MÉMOIRES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DES SCIENCES ET ARTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

MÉMOIRES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DES SCIENCES ET ARTS.

S. 804. B. 128.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

MÉMOIRES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DES SCIENCES ET ARTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

TOME QUATRIÈME.

PARIS.

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT NATIONAL.

VENDEMIAIRE AN XI.

MÉMOIRES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DES SCIENCES ET ARTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

TOME QUATRIÈME.

PARIS.

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT NATIONAL.

VENDÉMIAIRE AN XI.

TABLE

DES

ARTICLES CONTENUS DANS CE VOLUME.

HISTOIRE.

Prix, page 1

Mémoires que la classe a jugés dignes d'être imprimés dans le volume des Savans étrangers, 4

Machines, inventions et préparations approuvées par la classe, 6

Observation communiquée par le citoyen Aurejac, 7

Liste des ouvrages imprimés, envoyés à la classe, pour la bibliothèque, pendant l'an 7, 8

Liste des ouvrages imprimés, présentés à la classe pendant l'an 8, 24

Notice historique sur Charles-Louis L'Héritier, par le citoyen G. Cuvier, 39

Notice historique sur Hilaire-François Gilbert, par le même, 56

Notice historique sur Jean Darcet, par le même, 74

Notice historique sur Jean-Charles Borda, par le citoyen Lefèvre-Gineau, 89

MÉMOIRES.

Monographie du genre tilleul, par le citoyen Ventenat, page 1

Recherches sur l'intégration des équations différentielles partielles, et sur les vibrations des surfaces, par le citoyen Biot, associé, 21

Mémoire sur l'analyse des calculs urinaires humains, et sur les divers matériaux qui les forment, par les citoyens Fourcroy et Vauquelin, 112

Description du nerf intercostal dans l'homme, par le citoyen Antoine Portal, 151

Mémoire sur un nouveau genre (*l'*Areng à sucre) *de la famille des palmiers*, par le citoyen Labillardière, 209

Mémoire sur les prismes qui se trouvent dans les couches horizontales de plâtre et de marne des environs de Paris, et sur leur analogie avec les prismes du basalte (1), par le citoyen Desmarest, 219

Mémoire sur la distance solsticiale du soleil au zénith dans le tropique du Cancer, en 1796 et 1797, et sur la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique, par le citoyen Duc-Lachapelle, 232

Observation du solstice d'été de l'an 9 (1801), *faite*

(1) La suite de ce mémoire et les planches paroîtront dans le cinquième volume.

à Montauban, département du Lot, avec le sextant de l'abbé de Lacaille, par le même, page 239

Mémoire sur les différences que présente le lait d'une même traite, divisée en plusieurs parties, par le citoyen PARMENTIER, 241

Observations météorologiques faites à Montmorenci près Paris pendant l'an 5 de la République, par le citoyen L. COTTE, 261

Année moyenne, conclue des observations météorologiques faites à Paris pendant trente-trois ans (1763-1781 *et* 1783-1796), par le citoyen MESSIER, *et à Montmorenci pendant vingt-neuf ans* (1768-1796), par le citoyen COTTE, 266

Observations sur le charbon et les gaz hidrogènes carbonés, par le citoyen BERTHOLLET, 269

Addition aux observations sur le charbon et les hidrogènes carbonés, par le même, 319

Seconde suite des observations sur le charbon et les hidrogènes carbonés, par le même, 325

Journal des crues et diminutions de la rivière, dans Paris, observées au pont de la Tournelle pendant l'an 5 de la République, présenté par le citoyen COUSIN, 334

Recherches sur les plus grandes chaleurs qui ont eu lieu à Paris depuis 1682 *jusqu'en* 1794, par le citoyen Jean-Dominique CASSINI, 338

Premier mémoire pour servir à l'histoire naturelle,

chimique et médicale de l'urine humaine, contenant quelques faits nouveaux sur son analyse et son altération spontanée, par les citoyens FOURCROY et VAUQUELIN, page 363

Second mémoire pour servir à l'histoire naturelle, chimique et médicale de l'urine humaine, dans lequel on s'occupe spécialement des propriétés de la matière particulière qui la caractérise, par les mêmes, 402

Mémoire à l'occasion d'un ouvrage présenté le 11 *fructidor an* 6 *par le citoyen* MAINGON, *lieutenant de vaisseau, ayant pour titre :* Mémoire contenant des explications théoriques et pratiques sur une carte trigonométrique servant à réduire la distance apparente de la Lune au Soleil ou à une étoile, en distance vraie, et à résoudre d'autres questions de pilotage, par le citoyen LEVÊQUE, 467

Observations, 1°. *sur les grandes chaleurs, la sécheresse et la diminution des eaux de la Seine, à Paris, pendant les mois de juillet et août* 1793, *comparées aux chaleurs observées les années précédentes, à compter de* 1753 ; 2°. *sur la chaleur directe des rayons du soleil sur les thermomètres en* 1793 ; 3°. *sur la chaleur de l'eau exposée au soleil dans un bocal de verre très-mince, en* 1793, par le citoyen Charles MESSIER, 501

Nouvelle méthode de déterminer l'inclinaison d'une aiguille aimantée, par le citoyen COULOMB, 565

HISTOIRE

DE LA CLASSE

DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

PRIX.

La classe des sciences mathématiques et physiques avoit proposé pour la seconde fois, en l'an 6, pour sujet du prix que l'Institut devoit décerner dans l'assemblée publique de germinal de l'an 8, la comparaison anatomique du foie dans les diverses classes d'animaux.

Aucun mémoire ne lui étant parvenu sur ce sujet, la classe a cru devoir le retirer pour proposer la question suivante :

Déterminer, par des observations et des expériences anatomiques et chimiques, quels sont les phénomènes de l'engourdissement que certains animaux, tels que les marmottes, les loirs, etc. éprouvent pendant l'hiver, sous le rapport de la circulation du sang, de la respiration et de l'irritabilité; rechercher quelles sont les

causes de ce sommeil, et pourquoi il est propre à ces animaux.

Les concurrens sont invités à rechercher sur-tout quelles différences ces animaux présentent dans leur état léthargique d'avec leur état ordinaire, à l'égard de la fréquence du pouls, du degré de la chaleur du sang, de la fréquence des respirations, de la quantité d'oxigène consommée dans un temps donné, et de l'excitabilité par le galvanisme. Ils examineront aussi les différences anatomiques qui distinguent ces animaux de ceux qui ne sont point sujets à l'engourdissement pendant l'hiver, et ils chercheront si ces différences sont suffisantes pour expliquer les phénomènes de cet engourdissement.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur d'un kilogramme.

Comme les expériences relatives à cette question ne peuvent se faire que pendant l'hiver, les mémoires seront reçus jusqu'au 15 messidor an 10 : ce terme est de rigueur.

L'Institut proclamera la pièce qui aura remporté le prix, dans son assemblée publique du 15 vendémiaire an 11.

La classe des sciences mathématiques et physiques avoit aussi proposé en l'an 8, pour sujet d'un des prix qu'elle devoit décerner en l'an 10, la question suivante :

Quels sont les caractères qui distinguent, dans les

matières végétales et animales, celles qui servent de ferment, de celles auxquelles elles font subir la fermentation.

Les mémoires envoyés au concours n'ayant pas rempli les conditions du programme, la classe propose de nouveau le même sujet pour l'an 12.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur d'un kilogramme; il sera distribué dans la séance publique du 15 germinal an 12.

Les mémoires seront remis avant le premier nivose de la même année : ce terme est de rigueur.

MÉMOIRES

Que la classe a jugés dignes d'être imprimés dans le volume des Savans étrangers.

Sur quelques substances particulières retirées des matières animales traitées par l'acide nitrique, par le citoyen Welter, depuis associé.

Sur la rectification des moyens mouvemens de la lune par les éclipses anciennes et modernes, par le citoyen Bouvard.

Sur la teinture et le commerce du coton filé rouge de la Grèce, par le citoyen Félix.

Sur la traduction d'un fragment d'Ibn Jounis, par le citoyen Caussin.

Observations sur une espèce de bois pétrifié, trouvé à Belleu près de Soissons, par le citoyen Poiret.

Sur les différens états de l'oxide d'antimoine et de ses combinaisons avec l'hydrogène sulfuré, par le citoyen Thénard.

Sur les moyens de rendre sensibles à la vue les émanations des corps odorans, second mémoire, par le citoyen Prévost, depuis associé.

Sur les équations aux différences mêlées, par le citoyen BIOT, depuis associé.

Sur les maladies épizootiques du département de la Guadeloupe, par le citoyen HAPEL LACHENAIE, par extrait.

Sur les appareils chimiques des citoyens GIRARD.

Sur les micromètres, par le citoyen BURCKHARDT.

Sur les bâtimens propres à la pêche du hareng, par le citoyen NOEL.

Observations anatomiques faites sur un sujet opéré suivant le procédé de Hunter, d'un anévrisme de l'artère poplitée, le 7 avril 1792 (vieux style), par le citoyen DESCHAMPS.

Sur différens points de chimie, par M. PROUST.

Sur les fermes expérimentales, par M. SAINCLAIR.

Sur les deux espèces de lièvres de Xénophon, par le citoyen GAIL.

Sur les animaux connus des anciens sous les noms de panther et de pardalis, par le mêi.

Sur la polyhédrométrie, par le citoyen LHUILLIER (de Genève).

Détermination des orbites de quelques anciennes comètes, par le citoyen BURCKHARDT.

Observations anatomiques sur les lésions du crâne des aliénés, par le citoyen PINEL.

MACHINES,

INVENTIONS ET PRÉPARATIONS

APPROUVÉES PAR LA CLASSE.

1°. Moulin à timbre, par le citoyen Poterat.

2°. Poêle à gril aérien, par le citoyen Schmidt.

3°. Procédés pour fabriquer des eaux minérales artificielles, par Nicolas Paul et compagnie.

4°. Nouvelle balance pour la vérification des poids, par le citoyen Dillon.

5°. Paratonnerre pour un magasin à poudre, par le citoyen Regnier.

6°. Essai d'une classification naturelle des reptiles, par le citoyen Brongniart.

7°. Art de la charpenterie, par le citoyen Hassenfratz.

8°. Art de natation pratique, par le citoyen Turquin.

9°. Nouvelle pompe pour la marine, par le citoyen Berger.

10°. Montre à quantième républicain, par le citoyen Feron.

11°. Instrument pour aider l'organe de l'ouie, par le citoyen CHARPENTIER BEAUMONT.

12°. Machine destinée à porter des secours dans les maisons incendiées, par le citoyen AUDIBERT.

13°. Télégraphe militaire, par le citoyen MADIER.

OBSERVATION

Communiquée par le citoyen AUREJAC.

26 ventose an 8.

UNE petite fille de quatre ans, qui, depuis dix mois, éprouve périodiquement l'écoulement menstruel comme l'éprouveroit une fille arrivée à l'âge de la puberté, tant pour la quantité que pour la qualité.

LISTE

Des ouvrages imprimés, envoyés à la classe, pour la bibliothèque, pendant l'an 7.

Proceedings of the college of physicians of Philadelphia relative to the prevention of contagions diseases. Philadelphia, 1798. in-8°.

Suite du recueil périodique de la Société de médecine de Paris. in-8°.

Rapport sur les résultats des expériences du citoyen Clouet, sur les différens états du fer et pour la conversion du fer en acier fondu, par les citoyens Guyton et Darcet. in-4°.

Observations sur la constitution des six premiers mois de l'an 5 à Montpellier, par Henri Fouquet. *Montpellier*, an 6. in-8°.

Tableau élémentaire de la séméiotique, ou de la Connoissance des signes de la maladie, par le citoyen Victor Broussonet, professeur de médecine à Montpellier. An 6. in-8°.

Trois ouvrages du citoyen Balme, officier de santé au Puy-de-Dôme, intitulés :

1°. Recherches diététiques d'un médecin patriote, sur

la santé et les maladies observées dans les séminaires, les pensionnats et chez les ouvrières en dentelles. Au *Puy*, 1791.

2°. Mémoire de médecine pratique sur les efforts considérés comme principes de plusieurs maladies, tant aiguës que chroniques. 1791.

3°. Considérations cliniques sur les rechutes dans les maladies. Au *Puy*, an 5 (1797). in-12.

Essais d'arithmétique politique, par M. le comte de Balbe, ambassadeur de Sardaigne. 1793. in-4°.

Nouvelle édition des éphémérides de Bologne, ayant pour titre : *Ephemerides motuum cœlestium ab anno* 1799 *ad annum* 1810 *ad meridianum Bononiæ supputatæ, auctore* Matheucio. (Remis de la part du Directoire exécutif cisalpin, par le citoyen Visconti, ambassadeur.)

Deux tableaux, par le citoyen G***; l'un ayant pour titre : *Division décimale de la durée du jour;* et l'autre : *Tableau comparatif des heures romaines et des heures décimales françaises.*

Memorie sulla elettricita animale di Luigi Galvani. Bologna, 1797. in-4°.

Piano d'organizzazione dell' Instituto nazionale del cittad. Gioanni Aldini. in-8°.

De amoribus Pancharitis et Zoroæ, poema eroticon, par le citoyen Petit-Radel. in-8°.

Instructions et observations sur les maladies des animaux domestiques, par les cit. CHABERT, FLANDRIN et HUZARD. 1 vol. in-8°. An 3.

Collection des thèses soutenues à l'école de médecine de Montpellier pendant l'an 5 et l'an 6, envoyée par le citoyen CHAPTAL. 3 vol. in-4°.

Plan de réglement des travaux de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts, établie à Châlons, département de la Marne.

Traduction des ouvrages du comte de RUMFORT, formant la première partie d'une collection d'ouvrages traduits de l'allemand et de l'anglais, sur les hospices et autres établissemens de bienfaisance. in-8°. (Envoyé par le ministre de l'intérieur.)

Voyages physiques dans les Pyrénées, en 1788 et 1789, par François PASUMOT. *Paris*, an 5 (1797). in-8°.

Essai sur la tactique navale, traduit de l'anglais de Jean CLERCK, par le citoyen LESCALIER, ci-devant ordonnateur dans les colonies. *Paris*, 1791. in-4°.

Recueil de mémoires sur les établissemens d'humanité, traduits de l'anglais, et publiés par ordre du ministre de l'intérieur. in-8°.

Précis d'observations sur les principes minéraux des eaux thermales des Hautes-Pyrénées, par le citoyen FABAS, médecin. *Tarbes*, an 6. in-8°.

Mémoire sur le système monétaire décimal, par le citoyen Auguste-Savinien LE BLOND.

New views of the origin of the tribes and nations of America. Philadelphia, 1797. in-8°.

Mémoire de la commission administrative des hospices de Paris.

Clinique chirurgicale relative aux plaies, par le citoyen LOMBARD, associé de l'Institut, seconde édition. *Strasbourg* et *Paris*, an 10 (1802). in-8°.

Installation des vaisseaux, par Édouard BURGUE MISSIESSY. *Paris*, an 6. in-4°.

Dissertation sur les Vosges, par le citoyen BUCH'OZ.

Deux dissertations intitulées, l'une : *Conformation monstrueuse des parties sexuelles;* et l'autre : *Sur la mélancolie dans les fièvres*, par le citoyen BOUVIER, médecin.

Réflexions sur la diminution progressive des eaux, par le citoyen CADET DE VAUX. in-8°.

Recueil des actes de la Société de santé de Lyon, depuis l'an 1^er^ jusqu'à l'an 5. *Lyon*, an 6. 1 vol. in-8° rel.

Introduction à la physiogénésie, par le citoyen MARRE, médecin.

Nouvelle mécanique du mouvement de l'homme et des animaux, par le citoyen BARTHÈS. *Carcassonne*, 1798. 1 vol. in-4°.

Flora atlantica, par le citoyen DESFONTAINES, membre de l'Institut national. *Paris*, an 6 et suiv. neuf livraisons. in-4°.

Vocabulaire de marine anglais et français, par le citoyen LESCALIER, ordonnateur de la marine. *Paris*, an 6, 3 vol. in-4°.

Introduction à un ouvrage sur la respiration des animaux, par le citoyen G. FISCHER.

Recherches et observations sur la maladie épidémique qui a régné à Philadelphie en 1793, par le citoyen DEVEZE, en anglais et en français. in-8°.

Mémoire relatif aux travaux du pont de Caen, par le citoyen CHATRY-LAFOSSE, membre du conseil des anciens.

Sur l'amélioration des ferrures qui entrent dans la construction de la marine, par le citoyen GUILLAUME, manufacturier à Saint-Étienne.

Carte géographique dressée en 1786, présentée par M. le comte de BALBE.

Ouvrage intitulé : *Le dentiste observateur*, par le citoyen MAHON. 1 vol. in-12.

Deux substances minérales; l'une nommée *asphaltum cristallisatum*, et l'autre *bergseife*, envoyées à l'Institut par M. WERNEBURG d'EISENACH, membre de la Société d'histoire naturelle d'Yena.

Rapport fait à l'Institut national, au nom d'une commission chargée d'examiner comment, au décès de ses membres, l'Institut doit leur rendre les derniers devoirs; par le citoyen BAUDIN (des Ardennes).

Journal d'Égypte, imprimé au Caire. in-8°.

Tableau des anciennes mesures du département de la Seine, comparées aux mesures républicaines, envoyé par le ministre de l'intérieur. in-4°.

Recueil périodique de littérature médicale étrangère, par le citoyen SEDILLOT. 2 vol. in-8°. An 7.

Notice historique sur Charles de Wailly, membre de l'Institut, par le citoyen Joseph LAVALLÉE. in-8°.

Trois brochures intitulées :

1°. Quelques notions sur la race des bœufs sans cornes;

2°. Expériences et observations sur la culture et l'usage de la spargule;

3°. Suite de réflexions sur l'agriculture. (Ces trois ouvrages sont du citoyen BOUVIER, médecin.)

Description de quelques appareils chimiques nouveaux ou perfectionnés de la fondation teylérienne, et des expériences faites avec ces appareils, par Martin VANMARUM. *Haarlem*, 1798. in-4°.

Du mécanisme de l'univers, de l'ordre et de l'harmonie qui y régnent, par le citoyen Bosc. *Paris*, an 7. 1 vol. in-12.

Météorologie des cultivateurs, par le citoyen DUMONT DE COUCET.

Dictionnaire de botanique, par BULLIARD, presque entièrement refondu par Louis-Claude RICHARD, membre de l'Institut. *Paris*, an 7. in-8°.

Méthodes analytiques pour la détermination d'un degré du méridien, par le citoyen LEGENDRE. in-4°.

Mémoire sur les moyens d'améliorer les laines et de fertiliser les mauvaises terres du département de la Marne. (Envoyé par la Société d'agriculture de Châlons-sur-Marne.)

Traité de l'éducation corporelle des enfans en bas âge, seconde édition, par le citoyen DESESSARTZ, membre de l'Institut. *Paris*, an 7. in-8°.

Élémens de l'art vétérinaire, précis anatomique du corps du cheval, troisième édition, par BOURGELAT. *Paris*, an 6. 2 vol. in-8°.

Cours graphitechnique des sciences et des arts, destiné aux jeunes gens; quatrième leçon de dessin, d'architecture, de mathématiques, de perspective. 4 cahiers in-fol.

Tableaux comparatifs de l'anatomie des animaux domestiques les plus essentiels à l'agriculture, par le citoyen GIRARD, professeur d'anatomie à l'École vétérinaire d'Alfort. *Paris*, an 7. in-8°.

Carte de la population de la France actuelle, présentée par le citoyen PRONY.

Discours sur la douleur, par le citoyen PETIT, chirurgien en chef de l'hôpital de Lyon.

Mémoire sur la navigation de l'Orne inférieure, par le citoyen CACHIN, ingénieur en chef des ponts et chaussées. *Paris*, an 7. in-4°.

Traité de la culture des arbres et arbustes, seconde édition, par le citoyen BUCH'OZ. *Paris*, an 7. 2 vol. in-12.

Mémoire ayant pour titre : *Memoria intorno ad alcuni elettriche esperienze*, par le citoyen ALDINI, professeur de physique à l'université de Bologne.

Introduction à l'algèbre, par DEVELEY, professeur de mathématiques à Lausanne. *Lausanne*, 1799. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Turin, 5 vol. in-4°, envoyés par l'Académie.

Physicæ experimentalis lineamenta, par le citoyen VASSALLI. *Taurini*, 1793, *typ. reg.* 2 vol. in-8°.

Arithmetices et geometriæ elementa, par le même auteur. *Taurini*, 1795. 1 vol. in-8°.

Examen de la théorie de Crawford sur la chaleur et la combustion, par le même. 1 vol. in-8°.

Conspectus præsentaneæ morborum conditionis, par

le citoyen ALLIONI. *Augustæ Taurinorum*, 1793. 1 vol. in-8°.

Tractatio de Miliarium origine et curatione, par le même. *Augustæ Taurinorum*, 1792. 1 vol. in-8°.

La clef du système métrique et du calcul décimal, par Germain LENORMAND. *Rouen*, an 7, in-8°.

Instruction sur les effets des inondations et de la gelée, et sur les moyens d'y remédier, ouvrage rédigé par les membres du bureau consultatif d'agriculture, et publié par ordre du ministre de l'intérieur.

Mémoire de la Société d'émulation de Rouen, sur les motifs qui devroient déterminer le Corps législatif à établir un lycée à Rouen.

Bibliothèque germanique médico-chirurgicale, première année, tome I, par le citoyen BREWER, ancien médecin des hôpitaux militaires. in-8°.

Géométrie descriptive, par le citoyen MONGE. *Paris*, an 7. 1 vol. in-4°.

In mortem Bordæ, elegia Laurentii MASCHERONI. Paris, *Didot.* in-4°.

Carte géographique de la République cisalpine, six petites feuilles.

Idem des États de Sardaigne, seize feuilles.

Idem des mêmes États, corrigée et augmentée, allant depuis la Suisse jusqu'à Gênes, vingt-cinq feuilles.

Idem de la rivière de Gênes, quatre feuilles.

Ouvrage intitulé : *Marmora taurinensia*. 2 vol. in-4°.

Ces cinq objets sont un présent fait à l'Institut par le citoyen GIRAUD, directeur de l'université de Turin.

A treatise on the improvement of canal navigation, by R. FULTON. London, 1796. in-4°.

Manuel d'un cours de chimie, par le cit. BOUILLON LAGRANGE. *Paris*, an 7. 2 vol. in-8°.

Dissertation philosophique sur la nutrition des fœtus, considérés dans les mammifères et dans les oiseaux, par le citoyen LÉVEILLÉ, médecin. *Paris*, an 7. in-8°.

Tables générales de la hauteur et de la longitude du nonagésime pour toutes les latitudes terrestres, par le citoyen LÉVÊQUE, depuis membre de l'Institut. *Avig.* 1776. 2 vol. in-8°.

Le guide du navigateur, ou traité de la pratique des observations, par le même. *Nantes*, 1779. 1 vol. in-8°.

De la construction et de la manœuvre des vaisseaux et autres bâtimens, ou examen maritime théorique et pratique, par D. George JUAN, ouvrage traduit de l'espagnol par le même citoyen LÉVÊQUE. *Paris*, 1792. 2 vol. in-4°.

Trois almanachs pour les années 1789, 1790 et l'an 3, contenant des observations météorologiques et géographiques faites à Cayenne ; rédigés par le citoyen MENTELLE.

Rapport sur les travaux de la Société d'émulation de Rouen.

Del uso dei sistemi nella practica medicina discorso augurale; par Pierre Moscati, professeur de médecine clinique dans l'université de Pavie. *In Pavia*, 1799. in-8°.

Méthodes analytiques pour la détermination d'un arc du méridien, par le citoyen Delambre, membre de l'Institut. *Paris*, Crapelet, an 7. in-4°.

Plan d'instruction des élèves de l'École nationale des ponts et chaussées, pour l'an 7, avec les tableaux synoptiques des différentes parties de l'instruction; présenté par le citoyen Prony, membre de l'Institut.

Mémoire contenant des explications théoriques et pratiques sur une carte trigonométrique, servant à réduire la distance apparente de la lune au soleil, ou à une étoile, en distance vraie, et à résoudre d'autres questions de pilotage, avec des cartes, par le citoyen Maingon. An 7. in-4°.

Traduction d'un ouvrage anglais de William Black, ayant pour titre : *Esquisse de l'histoire de la médecine et chirurgie, depuis leur commencement jusqu'à nos jours, ainsi que leurs principaux auteurs, progrès, imperfections et erreurs*, par le citoyen Coray, docteur en médecine de l'université de Montpellier. *Paris*, an 6 (1798).

Essai sur les fables et sur leur histoire, ouvrage posthume de Silvain BAILLY. *Paris*, an 7. 2 vol. in-8°.

Collection générale des ouvrages de Bezout, donnée par les citoyens RICHARD, CAILLE et RAVIER, libraires. 10 vol. in-8°.

Journal des eaux de Plombières, pour l'an 6, par le citoyen MARTINET, médecin.

Expériences sur les sèves des végétaux, par le citoyen VAUQUELIN, membre de l'Institut. An 7. 1 vol. in-8°.

Manuel de l'essayeur, par le même. *Paris*, an 7. 1 vol. in-4°.

Observations économiques sur le commerce, l'agriculture, les subsistances, etc. par le citoyen RUBIGNY.

Nouvelle méthode pour l'opération de l'hernie aurale, par Antoine GIMBERNAT, directeur du collége de chirurgie de Madrid.

Tableau du régne végétal, selon la méthode de Jussieu, par le citoyen VENTENAT, membre de l'Institut. *Paris*, an 7. 4 vol. in-8°.

Description des moyens proposés pour suppléer en mer à la perte du gouvernail d'un vaisseau, extraits d'ouvrages français et anglais, publiée par Charles ROMME, avec figures dessinées et gravées par J. B. Houbler.

Méthode pratique de lecture, par le citoyen FRANÇOIS (de Neufchâteau). *Paris*, an 7. in-8°.

Mémoire contre le projet du canal de navigation intérieure depuis Dieppe jusqu'à Paris, par le citoyen NOEL, président du Jury d'instruction publique à Rouen.

Nouvelle voilure proposée pour les vaisseaux de toutes grandeurs par le citoyen DAVID LE ROY, membre de l'Institut. *Paris*, an 7. 1 vol. in-8°, avec fig.

Rapports faits à la Société d'émulation de Rouen, sur la consommation du bois dans les fourneaux des teinturiers et autres, comparée à celle qui a lieu dans des fourneaux de nouvelle construction.

Manuel républicain, première partie, envoyé par le ministre de l'intérieur.

Dictionnaire de conservation de l'homme ou d'hygiène, et d'éducation physique et morale, par le citoyen MACQUART. *Paris*, an 7. 2 vol. in-8°.

Compte rendu de l'examen des élèves de l'école vétérinaire d'Alfort, par le jury d'instruction de cette école, et distribution de prix, le 10 germinal an 7.

Procès-verbal de la séance d'émulation, et distribution de prix dans l'école vétérinaire de Lyon.

Instruction sur le jaugeage des futailles, envoyée par le ministre de l'intérieur. in-8°.

Description abrégée du département de la Meurthe, envoyée par le même ministre. in-4°.

Histoire naturelle de l'éperlan de la Seine-Inférieure,

par le citoyen NOEL (de Rouen). *Rouen*, an 6. 1 vol. in-8°.

Expériences sur le galvanisme, et en général sur l'irritation des fibres musculaires et nerveuses, par HUMBOLDT; traduit de l'allemand par le citoyen JADELOT, médecin. *Paris*, an 7 (1799). in-8°, avec fig.

Discours d'inauguration, prononcé par le ministre de l'intérieur à l'ouverture de l'hospice de clinique interne. in-4°.

Catalogue latin et français de tous les arbres, arbustes, et plantes vivaces que l'on peut cultiver dans la France en pleine terre, etc. troisième édition, par le citoyen BUCH'OZ. *Paris*, an 7. 1 vol. in-12.

Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris. *Paris*, an 7. 1 vol. in-4°, avec fig.

Rapport général des travaux de la Société philomathique de Paris, 1 vol. in-8°.

Cours d'histoire naturelle sur les mœurs et sur l'industrie des animaux, par le citoyen COTTE. *Paris*, an 7. 2 vol. in-12.

Journal de médecine populaire, d'éducation et d'économie, par le citoyen VERDIER.

Précis des opérations militaires de l'armée d'Italie, depuis le 21 ventose jusqu'au 7 floréal de l'an 7, par le général SCHÉRER. in-8°.

Rapport fait au nom de la classe des sciences physiques

et mathématiques de l'Institut national, sur la mesure de la méridienne de France, et les résultats qui en ont été déduits pour déterminer les bases du nouveau système métrique, par le citoyen VAN SWINDEN. in-4°.

Instruction sur les nouveaux poids et mesures, par le citoyen BRISSON, de l'Institut national. *Paris*, an 7. in-8°.

Précis d'expériences et d'observations sur les différentes espèces de lait, par les citoyens PARMENTIER et DÉYEUX, membres de l'Institut. *Strasbourg*, an 7. in-8°.

Manuel vétérinaire des plantes, par le cit. BUCH'OZ. *Paris*, an 7. in-8°.

Cadran logarithmique, par le citoyen Auguste-Savinien LEBLOND.

Conjectures sur la cause de la diminution apparente des eaux sur notre globe, par le citoyen SALVERTE. *Paris*, an 7 (1799). in-8°.

Mélanges mathématiques, par le citoyen NIEUPORT, associé. *Bruxelles*, 1784-1799. 2 vol. in-4°.

Instruction sur l'inoculation de la petite vérole, par le citoyen SALMADE. *Paris*, an 7. in-8°.

Discours d'ouverture et de clôture du cours d'histoire naturelle donné dans le Muséum national, de l'an 7, avec des tableaux méthodiques des mammifères et des oiseaux, par le citoyen LACÉPÈDE. in-4°.

Annuaire météorologique pour l'an 8, par le citoyen LAMARCK. in-8°.

Histoire naturelle des poissons, tome I, par le citoyen LACÉPÈDE. *Paris*, an 6. in-4°.

Histoire des mathématiques, nouvelle édition considérablement augmentée, et prolongée jusque vers l'époque actuelle, par le citoyen MONTUCLA, associé. *Paris*, Agasse, an 6. 2 vol. in-4°.

Exposition du système du monde, par le citoyen LAPLACE. *Paris*, an 7. 1 vol. in-4°.

Traité de mécanique céleste, par le même. *Paris*, an 7. 2 vol. in-4°.

Instructions et observations sur les maladies des animaux domestiques, *avec les moyens de les guérir, de les préserver, de les conserver en santé, de les multiplier, de les élever avec avantage, et de n'être point trompé dans leur achat*, par les citoyens CHABERT, FLANDRIN et HUZARD. *Paris*, an 7. 5 vol. in-8°.

Voyages dans les deux Siciles et dans quelques parties des Apennins, par SPALLANZANI, professeur d'histoire naturelle dans l'université de Pavie; traduit de l'italien par le citoyen TOSCAN, bibliothécaire du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, avec les notes de FAUJAS. *Paris*, an 8. 5 vol. in-8°.

Troisième et dernier volume de l'ouvrage intitulé : *La France littéraire*, par M. ERSCH (d'Hambourg). *Hambourg*, Hoffmann, 1798. in-8°.

LISTE

Des ouvrages imprimés, présentés à la classe pendant l'an 8.

Journal des pharmaciens.

Rapport fait au conseil des Cinq-Cents par le citoyen Heurtault-Lamerville, relativement à la fabrication d'une médaille en mémoire de la découverte sur laquelle est fondée l'uniformité invariable des poids et mesures.

Distribution des prix de l'école centrale du Gard, pour l'an 7. in-12.

Distribution des prix du Prytanée français, par le citoyen Quinette, ministre de l'intérieur, le 7 fructidor an 7. in-12.

Suite des Annales de chimie.

Journal des crues et diminutions de la rivière dans Paris, 7e année républicaine, observées au pont de la Tournelle, par le citoyen Fiot.

Discours prononcé par le citoyen Jussieu, président de l'Institut national, en présentant au Corps législatif les travaux de l'Institut pendant l'an 7, et les réponses

des présidens des deux Conseils, imprimés par ordre du Corps législatif.

Fondamenti della scienza chimico-fisica applicati alla formazione de' corpi ed ai fenomeni della natura, opera di Vincenzo DANDOLO. Venezia, 1795. Grand in-8°.

Septième recueil du tome II du journal de médecine populaire d'éducation et d'économie, par le citoyen VERDIER.

Bulletin des sciences, par la Société philomathique.

Philosophie de l'univers, troisième édition, par le citoyen DUPONT (de Nemours). *Paris*, an 7. 1 vol. in-8°.

Nouvelle organisation des sociétés, premier et second discours, par LEFÈVRE (du grand Vaux).

Description du siége et de la prise de Corfou, par le même.

Plan d'éducation générale, par le même.

Flore du mont Atlas, par le citoyen DESFONTAINES, second volume, grand in-4°.

Élémens de géométrie, avec des notes, seconde édition, par le citoyen LEGENDRE, membre de l'Institut, augmentée de la trigonométrie. *Paris*, Didot, an 8. in-8°.

Grand livret depuis un jusqu'à cent mille. Premier

cahier depuis un jusqu'à cent mille, par Jean-Philippe GRUSON (de Berlin). *Berlin*, 1799. in-fol.

Instruction sur les mesures et poids nouveaux, comparés aux mesures et poids anciens, par le citoyen BRISSON, membre de l'Institut national. *Paris*, an 8. 1 vol. in-12.

Séance de l'École de médecine de Paris, du 21 vendémiaire an 8, 34 pages in-4°.

Observations astronomiques faites à Toulouse dans les années 1791-1798, par le citoyen DARQUIER, associé. 1 vol. in-4°.

Mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Berlin, pour les années 1794 et 1795, envoyés par l'Académie. in-4°.

Manuel tinctorial des plantes, par le cit. BUCH'OZ.

Recherches sur la construction la plus avantageuse des digues, par les citoyens BOSSUT et VIALLET, nouvelle édition. *Paris*, an 8.

Éloge historique de feu Lemonnier, associé, par le citoyen CHALLAN, président de la Société d'agriculture du département de Seine-et-Oise.

Cours réformateur sur la plupart des principales sciences, par le citoyen DURAN, médecin. An 8.

Considérations sur les causes générales de l'anévrisme, etc. par le citoyen SARAZIN. An 8.

Discours prononcé le 15 brumaire, à l'école des sourds-muets, par le citoyen ALHOY, premier instituteur.

Ouvrage intitulé : *Des prisons de Philadelphie*, par un Européen. *Amsterdam*, 1799. 1 vol. in-8°.

Notice sur la vie du général Joubert, envoyée par le Lycée de Rouen.

Manuel économique des plantes, ou traité de toutes les plantes qui peuvent être utiles aux arts, par le citoyen BUCH'OZ. *Paris*, an 8. 1 vol. in-12.

Vues et projet de résolution sur les moyens de rendre les incendies plus rares et moins funestes, par le citoyen RIBOUD, membre du conseil des Cinq-Cents. An 8. in-8°.

Ouvrage intitulé : *Traité des membranes en général, et des diverses membranes en particulier*, par le citoyen BICHAT. *Paris*, an 8. in-8°.

Opuscula phytologico - zoologica prima, par le citoyen GILIBERT, professeur à l'école centrale de Lyon. 1 vol. in-12.

Mémoire sur la matière du son, par le citoyen LAMARCK.

Essai sur l'art de la verrerie, par le citoyen LOISEL, associé. in-8°.

Morceau d'uranite, le premier qui ait été trouvé en France, envoyé par le citoyen CHAMPEAUX.

Recherches sur l'existence du fluide frigorifique, par J. P. Bres. *Paris*, an 8. 1 vol. in-8°.

Opuscula statico-mechanica principiis analyseos finitorum superstructa, auctore J. Pasquich. Lipsiæ, 1799. 2 vol. in-4°.

Traité élémentaire et complet d'ornithologie, par le citoyen Daudin. *Paris*, an 8 (1800). 1 vol. in-4°, avec figures.

Mémoire sur les maladies des chats, par le citoyen Buniva.

Dissertation sur l'existence des dragons, par le citoyen Dorfeuille. *Saint-Maixent*, an 7. 46 pages in-8°.

Dissertation sur les combustions humaines produites par l'abus des liqueurs spiritueuses, par le citoyen Lair.

Un exemplaire des œuvres du citoyen Jumelin.

Notice historique sur Préville, par le citoyen Dazincourt.

Traité complet d'anatomie, par le citoyen Boyer. *Paris*, an 5. 3 vol. in-8°.

Distribution des prix aux élèves du Conservatoire de musique, concours de l'an 7.

Progrès de la chirurgie en France, etc. par le citoyen Imbert de Lonne. *Paris*, an 8. in-8°.

De la nécessité et des moyens de rétablir la confiance et le crédit. in-8°.

La descente de Bonaparte en Égypte, ballet tragi-pantomime, par Paschal Brunetti, traduit de l'espagnol par le citoyen Cailhava.

Essai sur le perfectionnement des arts chimiques en France, par le citoyen Chaptal. *Paris*, an 8. in-8°.

Entomologie, ou histoire naturelle des insectes, par le citoyen Olivier, associé. *Paris*, an 8. Les trois premiers volumes in-4°, avec fig. enluminées.

Recherches sur l'influence de l'air dans le développement, le caractère et le traitement des maladies, première partie, par L. D. A. Bouffey, médecin à Argentan. *Paris*, an 7.

Un exemplaire de la Constitution française, un vol. in-fol. présenté par le citoyen Pierre Didot l'aîné. *Paris*, an 8.

Notice historique sur la vie et les ouvrages de Montucla, par le citoyen Savinien Le Blond, de l'école centrale de Seine-et-Oise.

Précis pour une banque nationale, par le citoyen Alexandre Durand. An 8.

Das reine zahlen system, oder das reine taun (zwœlf) zahlen system, von J. F. C. Werneburg. in-8°. 1800.

Histoire de la fièvre qui a régné épidémiquement à Grenoble pendant les quatre premiers mois de l'an 8, par le citoyen Trousset, docteur en médecine. A cette histoire est jointe une feuille concernant les mesures prises

par les autorités de Grenoble contre le danger des inhumations. An 8.

Observations sur l'institution des sociétés d'agriculture, par le citoyen LA BERGERIE, associé.

Dictionnaire de physique, nouvelle édition, par le citoyen BRISSON. *Paris*, an 8. 3 vol. in-4°.

Mémoire sur la culture, le commerce et l'emploi des chanvres et lins de France, par le citoyen LA BERGERIE, associé.

Notice sur les soupes à la Rumford établies à Paris.

Calcolo integrale delle equazioni lineari, del V. BRUNACCI. Firenze, 1798. in-4°.

Rapports de la Société d'émulation de Rouen, rédigés par le citoyen AUBER.

Ouvrage intitulé : *A l'Institut national de France, sur les citoyens Carnot, Barthélemy, Pastoret, Sicard et Fontanes*, par le citoyen DE SALES, membre de l'Institut.

Journal ou recueil périodique d'observations sur les effets des eaux de Plombières, par le citoyen MARTINET.

Réflexions sur l'influence des affections morales dans la rage ou dans les maladies qui lui sont analogues, par le citoyen Benjamin LEVRAUT.

Bibliothèque germanique médico-chirurgicale, ou extrait des meilleurs ouvrages de médecine et de chirurgie,

publiés en Allemagne, par les citoyens BREWER et DE LA ROCHE, médecins. 1 vol. in-8°.

Philosophical transactions of the royal Society of London, for the year 1798. Envoyé par la Société royale. in-4°.

Mémoire sur les salamandres de France, par le citoyen LATREILLE, associé.

Observations sur la réparation et l'entretien des routes, par le citoyen MAHUEL.

Nouvelles tables trigonométriques calculées pour la division décimale du quart du cercle. *Berlin*, 1799. 1 vol. in-8° de 351 pages.

Leçons d'anatomie, par le citoyen CUVIER, recueillies par DUMÉRIL. *Paris*, Baudouin, an 8. 2 vol. in-8°.

Ouvrage ayant pour titre : *Curage du port de Marseille*, par le citoyen DETROUVILLE.

A journal of natural philosophy chemistry and the arts, by W. NICHOLSON. 12 cahiers in-4°.

Le buste de Pingré, par CAFFIERI, envoyé par madame CADET et son fils.

Mémoire sur la mesure des superficies par la pesanteur des plans, par le citoyen PONCHET, membre du bureau consultatif des arts et manufactures au ministère de l'intérieur. *Rouen.*

Moyens de rouvrir de nouvelles négociations pour procurer la paix à la France et même à l'Europe, par

un membre de la Société libre des sciences, lettres et arts de Paris.

Notice sur Antoine Leblanc, de l'Institut national, par le citoyen MAHERAULT, professeur à l'école centrale du Panthéon.

État des titres et des monumens recueillis par les membres du bureau du triage des titres.

Tableaux synoptiques de chimie, par le citoyen FOURCROY, 1 vol. in-fol.

École de médecine de Paris, clinique d'inoculation. An 7. Brochure in-8°.

Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturalezza, por don Gabriel CISCAR. Madrid, 1800. 1 vol. in-8°.

Réflexions sur la nouvelle méthode d'inoculer la petite vérole avec le virus des vaches, brochure in-12, par le citoyen VAUME, médecin à l'hospice du Roule.

Morale de l'enfance, cinquième édition, par le citoyen MOREL DE VINDÉ. in-16.

De la littérature considérée dans ses rapports avec les institutions sociales, par madame STAEL HOLSTEIN. *Paris*, Crapelet, an 8. 2 vol. in-8°.

Observations pratiques sur les bêtes à laine dans le département du Cher, par le citoyen HEURTAULT-LAMERVILLE, associé. *Paris*, an 8. Nouvelle édition augmentée.

Découverte et analyse d'une eau minérale ferrugineuse aux environs de Nantes, par les citoyens HECTOT et DUCOMMAN, à Nantes.

Instruction pour cultiver et exploiter la betterave à sucre, par le citoyen DETMAR BASS.

Mémoire sur la péripneumonie chronique qui affecte les vaches laitières de Paris et des environs, nouvelle édition, par le citoyen HUZARD. in-8°.

Samuelis Thomæ Soemmering tabula Baseos Encephali. Francfort, 1799. in-fol. avec fig.

Troisième mémoire sur les citoyens Fontanes, Pastoret, Sicard et Barthélemy, par le citoyen DE SALES.

Description de trois sortes de briquets défensifs à pistolets, par le citoyen REGNIER, contrôleur des armes de la République.

Opinion de l'École de médecine de Montpellier, sur la nature, la marche et le traitement de la fièvre observée dans les hôpitaux de cette commune pendant les six premiers mois de l'an 8, 1 vol. in-4°.

Précis des travaux de la Société des sciences, lettres et arts de Bordeaux, par le citoyen LEUPOLD, secrétaire.

Materia medica, seu cognitionis medicamentorum simpliciorum epicrisis analytica, auctore F. SWEDIAUR, med. doct. Paris, an 8. 2 vol. petit in-12.

Les hommes nouveaux, par le citoyen DANDOLO. *Paris*, an 8. in-8°.

Collection des thèses qui ont été soutenues pendant l'an 7 dans l'école de Montpellier, 2 vol. in-4°.

Manuel floréal des plantes qui peuvent servir d'ornemens dans les jardins, les orangeries, et principalement dans les parterres, par le citoyen BUCH'OZ. *Paris*, Fuchs, an 8. in-8°.

Manuel tabacal et sternutatoire des plantes, ou traité du tabac et des différentes plantes qui sont propres à faire éternuer, par le même. *Paris*, Fuchs, an 8. in-8°.

Recherches physiologiques sur la vie et la mort, par le citoyen Xavier BICHAT, professeur. *Paris*, an 8. in-8°.

Rapport sur la nécessité de conserver l'établissement rural de l'ancienne ménagerie de Versailles, par la Société d'agriculture. in-8°.

Discours sur les sociétés littéraires, par le citoyen SOBRY. in-8°.

Élémens ou principes physico-chimiques, par le citoyen BRISSON. *Paris*, an 8. in-8°.

Relation du blocus et du siége de Mantoue, par le citoyen MAUBERT, chef de brigade du génie. in-8°.

Rapports généraux de la Société philomathique, 2 vol.

Mécanique philosophique, ou analyse raisonnée des

diverses parties de la science de l'équilibre et du mouvement, par le citoyen PRONY, membre de l'Institut. *Paris*, imprimerie nationale, an 8. 1 vol. in-4°.

Allgemeine auf geschichte und erfahrung gegrundete theoretisch pratische wasserbaukunst, von WIEBEKING *und* KRONCKE. *Mit Kupfern.* Darmstadt, 1798. 2 vol. in-4°, avec fig.

Experimentos y observaciones sobre los sexos de las plantas, por Ant. MARTI. Barcelona, 1791. in-8°.

Einige Krankheiten der Nieren und harnblase untersucht, von F. A. WALTER. Berlin, 1800. in-4°.

Recueil des ouvrages lus dans la séance publique du Lycée de Toulouse le 30 germinal an 8.

Plan d'instruction des élèves de l'école nationale des ponts et chaussées pour l'an 8, par le citoyen PRONY. 16 pages in-4° et trois tableaux.

Ouvrage intitulé : *Équitation*, œuvres complètes de Charles THIROUX. 2 vol. in-4°.

Physiologie végétale, par le citoyen SENNEBIER, associé. 5 vol. in-8°.

Traité des différences et des séries, etc. par le citoyen LACROIX, membre de l'Institut. 582 pages in-4°.

Histoire naturelle des poissons, tome II, par le citoyen LACÉPÈDE. in-4°.

Réflexions sur le *cow-pox* ou la vaccine, par le citoyen P. J. S. VAUME.

Traité élémentaire de trigonométrie, et d'application d'algèbre à la géométrie, seconde édition, par le citoyen LACROIX. in-8°.

Annales des arts, ou mémoires technologiques sur les découvertes modernes concernant les arts, les manufactures, l'agriculture et le commerce, tome I, par M. O'REILLY. in-8°.

Rapport fait au ministre de l'intérieur par le comité de bienfaisance, sur les soupes à la Rumford. in-4°.

Rapport général des mémoires présentés à la Société libre d'agriculture, commerce et arts du département du Doubs.

Cours d'histoire naturelle pharmaceutique, par le citoyen MORELLOT. 2 vol. in-8°.

Tableau historique de la pêche de la baleine, par S. B. J. NOEL. in-8°.

Histoire du canal du midi, par le général ANDREOSSI. in-8°.

Coup d'œil sur les principes de la théorie adaptés à la pratique de l'agriculture, par le citoyen GIROD-CHANTRANS. in-8°.

Rapport sur la vente des laines et l'accroissement du troupeau de Rambouillet pendant l'an 8, par les citoyens TESSIER et HUZARD. in-4°.

Rapport au nom de la commission chargée de répéter

les expériences de M. Achard sur le sucre contenu dans la betterave, par le citoyen Déyeux. in-4°.

Voyage de la Propontide et du Pont-Euxin, seconde édition, par le citoyen Chevalier. 2 vol. in-8°.

Sur les formes de l'os intermaxillaire dans les différens animaux, par le citoyen Fischer, professeur et bibliothécaire à Mayence. 1 vol. in-12.

Plan pour assurer l'existence des rentiers et pensionnaires de l'État, etc. par le citoyen Chamoulaud. in-8°.

Programme des exercices publics et de la distribution des prix de l'école centrale du département de Seine-et-Marne. An 8.

Commentatio inauguralis de Oryza Sativa, auctore Philippo Tydyman. Gottingæ, 1800. in-4°.

Instruction sur l'art de faire le vin, par AA. Cadet-Devaux. in-8°.

Rapport sur le nettoiement des statues de marbre.

Lettre du ministre des arts et des sciences de la République helvétique à l'Institut national des sciences et arts de France.

Actes de la Société de médecine, chirurgie et pharmacie établie à Bruxelles, avec la devise : *Ægrotantibus.* Tome I, in-8°.

Notice sur le sauvage de l'Aveyron, par le citoyen Bonnaterre. in-8°.

Résultats des observations faites dans plusieurs départemens de la République, sur les maladies qui ont régné pendant les six premiers mois de l'an 8, par le citoyen DESESSARTZ, membre de l'Institut.

Traité médico-philosophique sur l'aliénation mentale ou la manie, par le citoyen PINEL.

Plantarum historia succulentarum, par le citoyen A. P. DECANDOLLE. Plusieurs livraisons in-4°.

Hommage à la gloire de Desaix, ode au peuple français, traduction de l'italien, précédée du texte.

Anales de historia natural, *por* CAVANILHES. Madrid, 1800. in-8°.

Histoire naturelle des quadrupèdes ovipares, par F. M. DAUDIN. Deux livraisons in-4°.

NOTICE HISTORIQUE

SUR

CHARLES-LOUIS L'HÉRITIER,

Par le citoyen G. CUVIER.

Lu à la séance publique du 15 germinal an 9.

LES hommes dont la classe de physique vous a récemment fait retracer l'histoire dans cette enceinte, avoient vu couronner, par une vieillesse longue et honorée, des jours consacrés à l'étude de la nature et à l'instruction de leurs semblables. Les regrets de leur perte étoient en quelque sorte tempérés par le souvenir de leur vie, et l'observateur conservoit toute la tranquillité nécessaire pour tracer l'histoire de leurs efforts et de leurs succès.

Aujourd'hui nous avons à remplir un plus douloureux ministère : il faut vous entretenir d'un homme qui sacrifia aux sciences sa fortune et son repos, qui lutta pendant long-temps, avec la force d'une ame brûlante, contre des obstacles de tout genre, et qu'un crime plus inconcevable encore qu'il n'est atroce, a enlevé dans la force de l'âge, et au moment où il entrevoyoit enfin la possibilité de mettre à exécution les vastes projets qu'il avoit conçus.

Charles-Louis L'Héritier naquit à Paris en 1746. Sa famille tenoit un rang distingué parmi les négocians, et jouissoit d'une fortune assez considérable.

C'est à peu près dans cette condition moyenne que se trouve, dit-on, le bonheur; et cela est vrai, si les hommes doivent chercher le bonheur dans le repos : mais ce n'est pas celle qui excite le plus à cultiver les sciences. Trop élevée pour sentir l'aiguillon du besoin, elle ne l'est pas assez pour être tourmentée par celui de l'ambition : il n'est qu'un vif amour de la gloire qui puisse y porter à de grands travaux. C'est donc déja un mérite à L'Héritier, d'avoir senti qu'il pouvoit faire mieux que de végéter dans des charges obscures, ou que de distraire par une ostentation vaniteuse le besoin de se distinguer, qui fit toujours la base de son caractère; mérite qu'augmenta la nécessité où il fut presque toute sa vie de résister aux préjugés, aux sarcasmes, aux persécutions même de gens qui ne concevoient pas qu'un secrétaire du roi, membre de cour souveraine, pût desirer une autre illustration.

Il est probable qu'avec de telles dispositions, quelque science qu'il eût embrassée, il y auroit obtenu des succès. La place par laquelle il débuta dans la magistrature détermina son choix pour la botanique.

Reçu en 1772 procureur du roi à la maîtrise des eaux et forêts de la généralité de Paris, il ne voulut point se borner à connoître les formalités de sa juridiction; tout ce qui étoit relatif à l'entretien et à l'amélioration des bois excita ses recherches. Une fois livré à l'étude

de la culture et de la physique végétale, il voulut examiner en détail les différentes espèces d'arbres, et il parvint en peu de temps à les connoître si bien, qu'il distinguoit ceux de notre pays à toutes les distances, par la forme générale, par la distribution des branches, par l'écorce et par une foule d'autres caractères auxquels les botanistes de profession ne s'attachent peut-être pas assez. Dans les courses qu'il étoit obligé de faire avec ses collègues, il les défioit à cette sorte d'exercice, et à force de renchérir les uns sur les autres, on arrivoit ordinairement à des questions que lui seul pouvoit résoudre. Le moindre fragment de branche, le plus léger brin d'écorce, lui suffisoient pour prononcer sur l'espèce d'arbre dont ils étoient provenus.

Ce n'étoit cependant pas encore là tout-à-fait de la botanique : un événement peu important par lui-même lui fit franchir le court intervalle qui l'en séparoit encore.

Un jour qu'il se promenoit au jardin des Plantes avec ses confrères, ils s'amusèrent de nouveau à nommer les arbres qu'ils rencontroient. Ce jeu réussit assez bien pour les premiers ; ils étoient du pays : mais quand on fut au quatrième, qui étoit un micocoulier, personne ne le reconnut, quoique de pleine terre, et on fut obligé d'en demander le nom à un garçon jardinier.

Cette espèce d'affront, essuyé par le tribunal des eaux et forêts en corps, piqua au vif l'amour-propre de L'Héritier ; il sentit qu'il étoit honteux pour lui de ne pas connoître au moins ceux des arbres étrangers qui

pourroient être naturalisés chez nous avec avantage, et il suivit un cours de botanique. C'est alors qu'il se lia d'amitié avec plusieurs botanistes célèbres dont il est devenu depuis le confrère à l'Académie et à l'Institut.

Il ne pouvoit, par caractère, s'occuper d'une science sans avoir aussitôt le desir de s'asseoir au rang des maîtres. Il se hâta donc de jeter un coup-d'œil sur la botanique en général, et de chercher la partie de cette science où il pourroit le plus aisément réparer le temps qu'il avoit perdu et arriver à des découvertes.

Dans l'histoire de Lemonnier, je vous ai peint une botanique qu'on peut appeler *celle de l'homme sensible;* elle contemple, dans les végétaux, l'élégance et la symétrie de leurs formes, la fraîcheur et l'éclat de leurs couleurs; elle y étudie cet accord de toutes les parties, cette marche régulière de leur développement, qui la ramènent sans cesse vers l'idée d'une intelligence ordonnatrice. Il en est une autre moins livrée à l'imagination, plus froide dans ses vues, plus sévère dans ses travaux, plus sèche dans son style; elle distingue, elle dénombre toutes les plantes, elle assigne à chacune d'elles son nom et son rang, elle détermine les marques auxquelles on doit les reconnoître; elle tient en quelque façon le registre du règne végétal, et son principal soin est de l'enrichir de tous les objets nouveaux que fournissent les divers climats : c'est *la Botanique du nomenclateur*, celle que L'Héritier adopta de préférence.

Il en est bien encore une troisième, qui prend un vol plus élevé, qui cherche à fixer les rapports des nom-

breuses familles des plantes, et à réduire sous des lois générales la variété si bizarre en apparence de leur structure : on pourroit l'appeler *la Botanique du philosophe*.

Mais cette dernière façon de considérer la science occupa peu L'Héritier. Rigoureux sectateur d'une partie seulement des idées de Linnéus, il écarta toujours de ses ouvrages ce qui étoit étranger aux méthodes artificielles du maître qu'il s'étoit choisi ; et soit qu'il estimât peu les vues des botanistes modernes, soit qu'il se défiât de ses propres forces et n'osât s'engager à leur suite, il n'a jamais voulu participer aux efforts qu'ils ont faits pour perfectionner les familles naturelles. Cependant il faut avouer que s'il se concentra dans un genre un peu borné, il fit du moins les plus grands efforts pour y arriver à la perfection, et qu'il en est fort approché. Ses ouvrages de botanique sont estimés dans toute l'Europe pour l'exactitude des descriptions, la minutieuse recherche des caractères, la grandeur et le fini des planches.

Je parle à dessein de ce dernier article, parce qu'il est très-important en histoire naturelle, où nulle description ne peut suppléer aux figures, et où les plus grands talens ne suffisent pas pour faire de bonnes figures, s'ils ne sont dirigés par la science. Il seroit donc injuste de refuser aux auteurs leur part de ce mérite ; sur-tout le seroit-il de l'enlever à L'Héritier, qui sut non seulement bien choisir, encourager à propos, et diriger avec habileté les artistes qu'il employa, mais qui sut

même en former. Redouté et Sellier reconnoissent qu'ils lui doivent en grande partie le développement de leur talent.

On lui a reproché d'avoir changé une partie des noms donnés aux plantes par ses prédécesseurs. Linnéus, qui a changé presque tous ceux de la botanique, est seul parvenu à vaincre à cet égard l'inertie qui s'oppose toujours aux améliorations, parce que les améliorations sont des nouveautés. Tant qu'il a vécu, il a été l'arbitre souverain de la science, et l'Europe entière a suivi aveuglément sa nomenclature ; mais depuis sa mort nul n'a pu ou n'a osé se placer sur ce trône vacant ; l'histoire naturelle semble être tombée dans une espèce d'anarchie ; et la seule loi qui ait été un peu généralement reconnue, c'est qu'on doit adopter le nom imposé par le premier descripteur. L'Héritier n'étoit point de cet avis. Il vouloit que, même pour la nomenclature, le premier venu cédât au meilleur, et que celui qui décrivoit et nommoit mieux eût le droit incontestable de déposséder l'ancien.

Nous ne déciderons pas jusqu'à quel point son principe étoit fondé ; mais nous assurerons qu'il ne l'appliquoit à son avantage qu'avec le plus grand scrupule, et qu'il faisoit tout pour acquérir lui-même ces titres qu'il exigeoit de quiconque veut imposer des noms. Ses descriptions n'étoient jamais faites que sur des plantes vivantes, et dans le plus parfait état de développement. Il rejetoit les échantillons desséchés et souvent mutilés, qui n'ont que trop été employés par ses prédécesseurs.

Lorsqu'il apprenoit qu'une plante rare étoit en fleur dans quelque jardin, il s'y transportoit aussitôt; il récompensoit généreusement de jeunes botanistes qui visitoient sans cesse pour lui les jardins de Paris et des environs dans un rayon de plusieurs lieues, et qui notoient toutes les circonstances de la végétation des espèces nouvelles ou mal décrites auparavant.

Son premier ouvrage a pour titre *Stirpes novæ* (*plantes nouvelles*). Il commença à le publier en 1784. Il en a fait paroître sept cahiers contenant 96 planches, avec les descriptions. Il publia, en 1787, quarante-quatre autres planches qui devoient faire suite aux premières, et qui représentoient des *geranium*; mais leur texte, quoique imprimé depuis long-temps, n'a point été mis en vente. En 1788 parut toujours dans le même format une histoire particulière des *cournouillers*, accompagnée de six planches.

Malgré la rapidité avec laquelle ces ouvrages se succédèrent, l'impatiente ardeur de L'Héritier n'en étoit point satisfaite. Ces plantes étrangères arrivant une à une dans nos jardins, n'étoient que quelques gouttes d'eau pour une soif brûlante. Il ne pensoit qu'avec une espèce d'envie au sort de ces botanistes qui moissonnoient à leur aise des richesses nouvelles dans des contrées lointaines. *Puisse au moins quelque voyageur*, s'écrioit-il à ce sujet dans la préface de ses *Stirpes novæ*, *confier à nos soins la publication de ses découvertes! Ce seroit un dépôt commis à notre foi; sa gloire et ses trésors seroient en sûreté, et, oubliant nos propres travaux*,

nous nous honorerions d'être les simples éditeurs des siens.

Son vœu ne tarda point à être exaucé. Dombey étoit revenu en 1786 du Pérou et du Chili avec une grande collection d'objets d'histoire naturelle en tout genre, qu'il avoit recueillis pour le Gouvernement français, de concert avec d'autres savans envoyés par le Gouvernement espagnol.

L'Héritier apprenant que ce voyageur sollicitoit en vain, depuis long-temps, du ministre de Calonne les avances nécessaires pour la publication de ses découvertes, s'offrit de publier à ses propres frais toute la partie botanique, et obtint que Dombey lui remettroit ses herbiers, et recevroit en dédommagement une pension annuelle.

Cet arrangement le transportoit en quelque sorte dans ces climats étrangers qu'il brûloit de visiter, et lui donnoit la disposition absolue d'une immense quantité des seules richesses qu'il enviât. Aussi son zèle sembla-t-il redoubler ; en peu de jours tout fut mis en ordre : peintres, graveurs furent mandés, et déja l'ouvrage étoit fort avancé, lorsqu'une nouvelle inattendue vint troubler sa jouissance.

Les Espagnols voulant publier eux-mêmes l'histoire naturelle des contrées qu'ils avoient fait examiner, desirèrent que les recherches de Dombey ne parussent point avant les leurs ; et la cour de France, qui se gardoit bien, et avec raison, de comparer la publication d'un livre de plus ou de moins sur la botanique avec l'ami-

tié d'une grande puissance, ne fit aucune difficulté d'accéder à la demande de celle d'Espagne.

L'Héritier étant un jour, par hasard, à Versailles, apprend que l'ordre vient d'être donné à M. de Buffon de se faire remettre l'herbier de Dombey, et que cet ordre lui sera signifié le lendemain. Frappé de terreur, il revient en hâte à Paris; il ne consulte que son ami Broussonnet. Bientôt son parti est pris; vingt ou trente layetiers sont appelés : on passe toute la nuit à faire des caisses. L'Héritier, sa femme, Broussonnet et Redouté emballent l'herbier, et, dès le grand matin, il part en poste avec son trésor pour Calais : il n'est tranquille que lorsqu'il a touché le sol de l'Angleterre.

Il passa quinze mois à Londres, vivant dans la retraite la plus absolue, et ne s'occupant que de la collection précieuse qu'il y avoit portée. Les secours de toute espèce lui furent prodigués pour son travail. La bibliothèque de M. Banks lui fut toujours ouverte; l'herbier de Linnéus, acheté par le docteur Smith, ceux de tous les botanistes anglais furent à sa disposition, et il réussit à terminer cet ouvrage, qu'il devoit publier sous le titre de *Flore du Pérou*. On m'a assuré du moins qu'il en rapporta le manuscrit complet. Il avoit fait venir Redouté à Londres pour en dessiner les figures; soixante ont été absolument finies, et plusieurs sont gravées.

Dans ses momens de relâche il visitoit les jardins des environs de Londres, et il faisoit peindre les plus magnifiques des plantes qui en font l'ornement. Ces figures, superbement gravées, furent publiées à son retour sous

le titre de *Bouquet anglais* (*sertum anglicum*). Le livre fut dédié aux Anglais, et tous les nouveaux genres qui y sont décrits reçurent les noms de botanistes anglais; manière ingénieuse et délicate de témoigner sa reconnoissance de l'accueil qu'ils lui avoient fait.

C'est le plus beau et le dernier des ouvrages qu'il a mis au jour : ce n'est pas, à beaucoup près, le dernier qu'il ait composé ; mais plusieurs causes que je vais développer l'empêchèrent de rien faire paroître depuis.

Il n'étoit revenu d'Angleterre que lorsque la révolution l'eut rendu certain qu'on ne lui enleveroit plus arbitrairement l'objet d'un travail chéri. Dès lors il fut presque constamment dans des fonctions publiques très-actives, qu'il prit d'abord seulement par zèle, et que la diminution de sa fortune l'obligea ensuite de desirer comme ressource. Il n'eut donc pendant long-temps ni le loisir ni le moyen de continuer ses grands ouvrages. Cependant l'amour des plantes le possédoit toujours. Ayant été employé pendant quelque temps au ministère de la justice, il ne pouvoit s'empêcher de recueillir, en entrant ou en sortant de son bureau, les mousses, les lichens, les byssus et les petites herbes qui se présentoient sur les murs ou entre les pavés ; et c'est un fait assez remarquable d'histoire naturelle, qu'en une année il en observa, seulement dans les environs de la maison du ministre, plusieurs centaines d'espèces, dont il se proposoit de publier le catalogue sous le titre, qui auroit semblé un peu singulier en botanique, de *Flore de la place Vendôme*.

D'ailleurs les soins qu'il se donna, depuis son retour d'Angleterre, pour se former une bibliothèque, prirent tous les instans que ses emplois lui laissoient, et absorbèrent tout ce dont il auroit pu disposer pour des publications. Il avoit vu à Londres le noble emploi que M. Banks fait de la sienne, où il reçoit journellement les savans, et leur accorde le libre usage des livres qu'elle contient : le principal trait du caractère de L'Héritier étoit l'ambition d'égaler, de surpasser même tout ce qui se faisoit de bon et de généreux. Ce qui lui restoit de superflu fut donc désormais employé à rendre sa collection de livres digne d'être offerte aux botanistes, et elle devint en effet en peu d'années la plus complète qui existe dans son genre en Europe. Elle embrasse tous les ouvrages, dans quelque langue que ce soit, qui traitent, en tout ou en partie, de quelque matière relative aux plantes.

Son ardeur pour acquérir des livres étoit dégénérée en passion, et il avoit fini par les estimer, comme font tous les bibliomanes, seulement d'après leur rareté : mais ce qu'il eut de plus singulier, et peut-être d'unique, c'est qu'il voulut aussi donner ce prétendu mérite à quelques-uns des siens. Il y a de lui des dissertations qu'il n'a fait imprimer qu'à cinq exemplaires, et qu'il a distribuées à des personnes différentes, de manière que nul n'en pût posséder la collection complète.

Lorsque des financiers à vues étroites proposèrent, il y a quelques mois, de faire payer aux citoyens l'entrée des bibliothèques et des autres monumens d'instruction

publique, L'Héritier résolut d'accorder sur-le-champ à tout le monde le libre usage de la sienne.

Il étoit digne de donner une pareille leçon, mais les chefs du Gouvernement étoient trop éclairés pour en avoir besoin ; le projet fut rejeté, et L'Héritier dispensé de donner trop d'éclat à sa munificence.

C'étoit à force de privations qu'il se ménageoit les moyens d'instruire et de servir le public. Ses ouvrages étoient superbes ; mais sa table étoit frugale et ses habits simples. Il dépensoit vingt mille francs par an pour la botanique, et il alloit à pied. Cette distribution de son revenu étoit nommée par les gens du monde folle prodigalité, et excitoit les plaintes continuelles d'une partie de ses proches. S'il l'eût dépensé avec de faux amis ou de bas flatteurs, ou seulement dans de vains plaisirs, tous l'eussent appelé un homme aimable; peut-être même ne lui eussent-ils pas refusé le titre de sage père de famille.

Au reste, il savoit le cas qu'il devoit faire de ces clameurs. Un négociant de ses parens, dont il héritoit, craignant apparemment que les épargnes qu'il laissoit ne servissent après lui à l'accroissement des sciences, ordonna, par son testament, que son argent comptant seroit employé en acquisitions de biens-fonds. L'Héritier obéit; mais le fonds qu'il acheta fut une maison écartée, avec un grand terrain qu'il destina à la botanique.

Je vous ai peint jusqu'ici le savant; je voudrois bien peindre aussi le magistrat : mais accoutumés que nous sommes aux habitudes des gens de lettres, hommes pour

qui le fond des choses est tout, et qui ne s'occupent peut-être point assez de ces formes extérieures si influentes sur le vulgaire, ce n'est qu'avec un respect timide que nous approchons des augustes sanctuaires où se décident les intérêts des citoyens ; de ces lieux où la gravité et le recueillement sont un devoir rigoureux ; où la plus sublime vertu consiste à imposer silence aux vertus mêmes, pour peu qu'elles semblent s'opposer à l'ordre qu'on doit maintenir ; où la générosité, l'humanité même deviendroient foiblesse, si elles tentoient de résister à l'inflexible justice. Ce sont les sentimens mêmes de L'Héritier que j'exprime, et presque ses paroles que j'emploie. Il régla toujours son langage et ses actions sur ces maximes conservatrices de l'ordre social, et il obtint ce qui en est la suite ordinaire, le respect et la confiance de tous ceux qui le connoissoient, et beaucoup d'autorité dans tous les corps dont il fut membre.

La cour des aides sur-tout, où il étoit entré en 1775, et qui l'eut long-temps pour doyen, ne délibéroit dans aucune occasion importante sans recourir à ses avis. Avant d'y être admis, il jouissoit déja de l'intimité du chef de cette compagnie, ce grand et malheureux Malesherbes, dont il partagea la philanthropie, l'austère vertu, l'oubli de soi-même, et jusqu'au genre favori d'occupation scientifique, et qui perdit comme lui la vie par un crime, mais plus solennel, et proportionné, si on peut le dire, au rang qu'il avoit tenu, et à l'éclat des services qu'il avoit rendus à son pays, à la philosophie et à la liberté.

L'Héritier a été nommé deux fois, depuis la révolution, juge dans les tribunaux civils du département de la Seine. Ses collègues ne parlent encore qu'avec un sentiment presque religieux de la manière dont il en a rempli les fonctions. Jamais, a dit l'un d'eux, qui est en même temps un magistrat respectable et un homme de lettres distingué; jamais le moindre nuage ne vint obscurcir la pureté de sa belle ame; jamais la moindre idée un peu douteuse n'altéra son imperturbable droiture. Il fit arrêter par le tribunal du deuxième arrondissement qu'aucun de ses membres ne recevroit de solliciteurs. Selon lui, cet usage d'entretenir son juge hors de l'audience est une insulte, et suppose ou qu'il ne prête pas aux parties l'attention qu'il leur doit, ou qu'il peut céder à des motifs qu'on n'oseroit pas lui alléguer en public.

Cette rigueur des principes de sa profession influoit, comme il est assez ordinaire, même sur ses habitudes privées. Il eut des querelles littéraires qu'il soutint avec une chaleur que ses adversaires nommèrent âcreté; c'est que la justice étoit si sacrée pour lui, qu'il ne se permettoit pas même de la violer contre lui : quelquefois il ne mettoit dans ses rapports de société que de la stricte justice; et quand même cette justice se seroit bornée à ne point louer ce qui ne le méritoit point, et ne seroit jamais allée jusqu'à blâmer ce qui pouvoit l'être, on sent que le plus grand nombre des hommes auroient encore trop à perdre à une pareille méthode pour qu'elle puisse leur plaire.

Cependant la seule vengeance qu'il se soit jamais permise a été de choisir une plante de mauvaise odeur pour lui donner le nom d'un botaniste dont il avoit à se plaindre.

Au reste, ces dehors austères, que quelques personnes affectoient de blâmer, cachoient l'ame la plus humaine, les penchans les plus généreux. Ses libéralités étoient immenses, et, par une recherche délicate, son épouse, qu'une piété douce animoit, en fut, tant qu'elle vécut, la seule dispensatrice. Il sentoit que, même dans sa bienfaisance, son caractère l'auroit encore exposé à ne vouloir être que juste; et parmi tant d'hommes que l'imprudence et quelquefois le vice ont conduits au malheur, combien n'en repousseroit-on pas, si le cœur ne l'emportoit sur la raison?

Un magistrat de ses amis, qui occupoit une place supérieure à la sienne, étoit mort peu de jours avant lui, et laissoit une femme et des enfans sans fortune. L'Héritier, à peu près certain de lui succéder, avoit promis de donner à cette veuve tout ce que sa promotion lui apporteroit d'augmentation de revenu. Ainsi son meurtrier a privé d'un seul coup deux familles de leur soutien.

Il avoit perdu son épouse, Thérèse-Valère Doré, en 1794, après dix-neuf ans d'une union heureuse. Elle lui laissa cinq enfans. Quoiqu'il fût encore dans la force de l'âge, son amour pour eux l'empêcha de se remarier. Il se proposoit de surveiller par lui-même l'éducation de ceux qui étoient encore en bas âge, d'assurer le sort de tous en rétablissant sa fortune, et de mettre le sceau à

sa gloire en terminant ses ouvrages. C'est ainsi qu'il vouloit partager le reste de sa vie, entre ses devoirs de père, de citoyen et de savant. Sa vigueur et sa tempérance lui promettoient encore de longues années de bonheur, lorsqu'il fut arraché à toutes ces flatteuses espérances de la manière la plus funeste et la plus inattendue. Étant sorti le 27 thermidor fort tard de l'Institut, il fut trouvé le lendemain, à quelques pas de sa maison, égorgé de plusieurs coups de sabre.

Cette ville entière a retenti du coup qui l'a frappé; chaque citoyen a tremblé pour lui-même, en réfléchissant à un assassinat dont les motifs et les auteurs sont restés couverts d'un voile également impénétrable. La police n'a rien publié; la justice n'a rien prononcé sur cet attentat. Je ne chercherai donc point à recueillir les conjectures vagues ou contradictoires qui ont circulé un instant dans un public également prompt à s'agiter sur tous les événemens, et à les oublier tous.

Mais réussirai-je à peindre les différens états où passa sa famille pendant l'horrible nuit où il lui fut enlevé? cette attente si pleine d'angoisses durant les premières heures d'une absence inusitée, et cette terreur sombre et silencieuse, lorsque quelques paroles farouches échappées à l'assassin ne laissèrent plus douter que cette absence ne fût causée par un crime? et cet affreux désespoir quand les premiers rayons du jour vinrent éclairer le cadavre sanglant d'un père immolé à l'instant où déja il touchoit le seuil protecteur; à l'instant où le moindre cri auroit pu amener à son aide ses enfans, ses domestiques, ses voisins?

C'est assez sans doute vous arrêter sur une scène aussi lugubre ; peut-être même aurois-je dû vous épargner ces tristes images, et me borner à tracer le tableau des vertus et des talens de L'Héritier, sans vous rappeler l'attentat qui en a détruit l'éclatant assemblage. Mais le confrère et l'ami ne pouvoient-ils prendre un moment la place du froid historien ? et celui qui n'a eu à interroger sur les détails de la vie de L'Héritier que des parens ou des amis en larmes, auroit-il été assez maître de lui pour rendre leurs récits sans émotion ?

NOTICE HISTORIQUE

SUR

HILAIRE-FRANÇOIS GILBERT,

Par le citoyen G. CUVIER.

Lu à la séance publique du 15 vendémiaire an 10.

CERTAINES personnes trouveront peut-être quelque contraste entre le sujet de ce discours et l'appareil imposant au milieu duquel je le prononce. Comment! diront-elles, c'est dans ce palais célèbre, c'est devant ces images des grands hommes dont le génie honora la France, c'est en présence de ceux qui marchent si bien sur leurs traces, que le public est assemblé pour entendre l'histoire d'un simple agriculteur!

Les hommes si disposés à se prosterner devant la puissance, n'accordent déja qu'avec peine leurs hommages au génie, tant le pouvoir qui ne s'exerce que sur les opinions leur paroît inférieur à celui qui dispense les fortunes. De quel œil verront-ils que des honneurs publics soient rendus à un homme qui ne fit que du bien, et qui le fit dans le silence?

Nous répondrons que c'est un des bienfaits de notre institution, de corriger les erreurs de la renommée,

quelquefois aussi aveugle que la fortune, et de venger le mérite obscur de l'oubli où ceux qui en profitent le laissent si souvent.

Certes, ce genre de louange n'a pas les mêmes inconvéniens que l'autre. La gloire de Virgile a fait bien des Chapelains ; celle d'Alexandre bien des Charles XII. Mais les émules de Caton et de Columelle ne furent jamais ni odieux ni ridicules.

François-Hilaire Gilbert, membre du Corps législatif, de l'Institut national, du conseil d'agriculture au ministère de l'intérieur, et de la société d'agriculture du département de la Seine, professeur et directeur adjoint de l'école vétérinaire d'Alfort, naquit à Châtellerault, le 18 mars 1757, de François Gilbert, procureur en ce lieu, et de

Il commença ses études dans sa ville natale, et fut envoyé, à l'âge de 14 ans, à Paris pour les continuer dans le collége de Montaigu, l'un des principaux de l'Université. Il manifestoit dès-lors ce caractère impétueux qui le distingua depuis, et son ardeur à faire justice par la voie la plus courte lui procura bientôt les désagrémens qu'elle entraîne toujours dans nos sociétés, amies des formes. Voyant un jour un de ses camarades maltraité par un autre, il repoussa si violemment l'agresseur, que son maître crut devoir le punir lui-même. Le jeune Gilbert étoit trop fier pour subir une peine qu'il croyoit injuste, et il alla demeurer dans un autre collége, celui du Cardinal-le-Moine. Il n'y fut pas plus heureux,

Un professeur de mathématiques, habile, mais brutal, se permit un jour de lui jeter son livre à la tête, parce que l'élève ne saisissoit pas assez vite au gré du maître une démonstration difficile. Gilbert le lui renvoya comme il l'avoit reçu, et il fallut encore quitter cette maison.

Ses parens le placèrent alors chez un procureur, pour le préparer, par la pratique des écritures, à une petite place qu'ils lui destinoient. C'étoit bien de toutes les études celle qui convenoit le moins à son genre d'esprit. Aussi fut-il bientôt jugé incapable de tout par l'homme de loi qui s'étoit chargé de le diriger; et son père, attribuant à l'inconduite le peu de succès de son fils, refusa de continuer la petite pension qu'il lui faisoit. Gilbert se retira dans une espèce de grenier, au fond d'un faubourg, où il fut réduit à vivre d'alimens grossiers qu'il préparoit lui-même. Il y passa gaiment plusieurs mois, sans autre société que les livres qu'il empruntoit. Si mon père me voyoit, disoit-il un jour à un ami qui étoit venu l'y surprendre, il ne m'accuseroit pas de mener une vie trop voluptueuse.

Un hasard heureux vint le tirer d'un état aussi précaire. Un jour lisant Buffon, il fut frappé de l'éloge pompeux que ce grand naturaliste fait du cheval, et conçut un vif desir de connoître en détail ce noble animal. Il s'informe; il apprend qu'il existe une école où le Gouvernement entretient des jeunes gens pour les former à l'art vétérinaire.

Son parti est pris à l'instant. Il quitte sa retraite, et se présente seul et sans protecteur à l'audience du mi-

nistre : M. Necker l'étoit alors. Frappé de l'air assuré de ce jeune homme, il le fit examiner par un intendant des finances, et, sur le rapport avantageux de ce dernier, il lui donna une place gratuite à l'école d'Alfort.

Gilbert, déja fort instruit, et placé au milieu de jeunes gens la plupart dénués d'études préliminaires, ne pouvoit tarder à être remarqué. On lui confia le soin de faire répéter les leçons aux élèves les moins avancés; on lui fit traduire du latin quelques ouvrages relatifs à l'art vétérinaire, et le directeur de l'école le prit pour son secrétaire particulier.

Ces distinctions en faveur d'un nouveau venu étoient plus que suffisantes pour exciter la jalousie : cependant elles étoient si justes, et le caractère franc et ouvert de celui qui les recevoit laissoit si peu de prise à la haine, que Gilbert conserva toujours l'attachement de ses camarades, et que plusieurs d'entre eux parlent encore de lui avec une sorte d'enthousiasme.

Il n'avoit été que trois ans élève d'Alfort, lorsqu'il en fut nommé professeur, c'est-à-dire lorsqu'il devint le collègue des Daubenton, des Vicq-d'Azyr et des Fourcroy.

La vivacité de l'esprit, la rapidité et l'abondance de l'élocution, qui ne font pas toujours le savant profond, sont les premières qualités du professeur; c'est en mettant lui-même à ce qu'il dit toute la chaleur d'un vif intérêt, qu'il sait en inspirer à ceux qui l'écoutent.

Gilbert, qui possédoit toutes ces qualités dans un degré éminent, eut le plus brillant succès, et ce fut

seulement alors que son père se réconcilia avec lui, s'apercevant que le choix que son fils avoit fait de lui-même valoit au moins celui auquel il avoit voulu le contraindre.

Divers prix qu'il remporta sur des questions relatives à l'agriculture, proposées par quelques académies, le firent bientôt connoître dans un cercle plus étendu que celui de son école. La principale de ces questions fut celle des prairies artificielles, que plusieurs sociétés d'agriculture proposèrent presque en même temps.

Les vues qui doivent diriger dans la solution des problèmes de cette espèce sont si peu appréciées, même par la plupart des savans, que quelques réflexions à ce sujet ne paroîtront pas déplacées ici.

Cette étonnante variété de plantes et d'animaux qui revêtent et qui animent la surface du globe, n'est pas composée d'un nombre d'élémens aussi considérable qu'on pourroit l'imaginer. L'analyse chimique réduit presque toutes leurs parties en quelques substances combustibles, la plupart volatiles. Un peu de charbon, d'azote, d'hidrogène, combinés en diverses proportions, soit entre eux, soit avec l'oxigène, voilà, avec un peu de terre, ce qui fait la matière de ces êtres si admirables et si diversifiés.

Ces élémens leur viennent du sol et de l'atmosphère : les plantes les tirent de l'un par leurs racines, de l'autre par leurs feuilles; les animaux les reçoivent déja élaborés par les plantes, et, selon que la multiplication de ces deux règnes est plus ou moins active, la masse des élé-

mens combinés est plus ou moins forte, proportionnellement à celle des élémens libres ; et cette proportion peut varier à l'infini, depuis les immenses plaines sablonneuses de l'Afrique et de l'Arabie, où jamais l'œil du voyageur ne se repose sur la moindre verdure, jusqu'à ces vallées plantureuses de nos climats tempérés, où d'épaisses forêts, de gras pâturages, de nombreux troupeaux, des guérets surchargés de récoltes, attestent l'influence bienfaisante d'un travail opiniâtre et sagement dirigé.

Car l'agriculture n'est que l'art de faire en sorte qu'il y ait toujours, dans un espace donné, la plus grande quantité possible d'élémens combinés à la fois en substances vivantes.

Quelque bizarre que cette définition puisse paroître à ceux qui n'y ont pas réfléchi, c'est la seule qui exprime dans toute sa généralité le véritable problème que l'agriculture se propose. Cette combinaison est le but commun auquel tendent tous ceux qui s'occupent de cet art, depuis le ministre qui dirige et le savant qui médite, jusqu'au manœuvre qui retourne la terre sans savoir ni s'informer pourquoi.

Mais parmi ceux qui se livrent aux travaux de l'agriculture, et parmi ceux qui jouissent de ses produits, il en est bien peu qui sachent combien il est difficile de faire arriver ces produits à cette plus grande quantité possible.

Les élémens qui composent les corps organisés tendent sans cesse à se disperser, et se disperseroient bientôt s'ils

n'étoient sans cesse ramenés dans la circulation organique par la force de la génération et de la nutrition ; si, à l'instant où une plante est dans sa force, il ne se trouvoit à point nommé un animal pour s'en nourrir ; si la terre ne recevoit des animaux en engrais ce qu'elle leur donne en fourrage ; si des végétaux choisis ne forçoient pas l'atmosphère à rendre au sol ce que celui-ci perd par l'exportation de ce qu'il a fait naître. C'est comme dans la circulation politique, où la masse du numéraire ne contribue pas autant à l'aisance générale que la rapidité de son mouvement.

Mais pour que l'agriculteur se détermine à toutes les peines et à toutes les avances qu'un tel travail exige, il faut qu'il soit assuré que ses produits seront consommés précisément dans la même proportion qu'il les obtiendra.

La juste proportion entre les terres à blé et les terres à fourrages, le choix des espèces les plus productives et les plus appropriées à chaque terrain, la perfection de tous les procédés de leur culture ne suffisent donc pas : il faut souvent que les habitudes des peuples, leur façon de se vêtir, de se nourrir, soient encore modifiées, pour arriver à la solution la plus parfaite de ce grand problème ; et cependant c'est du résultat de tant de rapports compliqués que dépend la prospérité des Empires. L'homme, ce roi des autres espèces, ne subsiste qu'à leurs dépens, et c'est leur multiplication qui fait la base de la sienne. N'ayez point assez de bestiaux, et bientôt vos champs effrités ne présenteront plus qu'un sol aride

et épuisé ; ayez-en trop, et à la moindre interruption de commerce le peuple viendra vous demander en tumulte ce pain que l'étranger ne lui apportera plus.

Or, ces nombreuses difficultés, la question des prairies artificielles les embrasse toutes ; c'est le pivot de l'agriculture, la clef du système de cet art : il n'en est aucune branche qui ne soit plus ou moins liée à celle-là.

Gilbert la traita d'une manière digne de son importance. Il parcourut à pied toute la généralité de Paris ; il consulta les fermiers intelligens ; il fut souvent obligé de les épier, et exposé à des refus, des humiliations même, avant d'arriver à connoître quelques pratiques secrètes. Il examina l'exposition, la nature du sol, les débouchés de chaque canton, étudia les plantes qui pouvoient réussir dans chacun d'eux, et déduisit de ce grand amas de faits le système de division le plus avantageux, les moyens les plus simples de l'introduire et de vaincre les obstacles qui s'y opposoient.

Un des résultats les plus curieux de ses recherches, c'est que le système de culture que ses méditations et son expérience lui avoient indiqué comme le plus avantageux, se trouva être précisément le même que les Romains observoient dans les temps les plus florissans de la République.

Comment se fait-il que nous soyons si instruits des crimes et des malheurs des anciens peuples, et que nous connoissions si peu les procédés de leur industrie ? et pourquoi avons-nous été si long-temps à retrouver la trace de leurs pratiques agricoles, tandis que leur ambi-

tion, leur tyrannie et leur bassesse n'ont manqué d'imitateurs dans aucun siècle?

Ce mémoire de Gilbert n'a pas eu le sort de tant d'ouvrages couronnés sans doute faute de concurrens, mais bientôt après condamnés au tribunal du public. Il est regardé encore aujourd'hui comme un livre fondamental dans cette partie, et il a déja été réimprimé deux fois.

Les matériaux et les idées qui avoient servi de base à son travail n'étoient pas si particuliers à la généralité de Paris, qu'ils ne pussent aussi être utiles aux provinces voisines; il les employa de nouveau pour répondre à des questions à peu près semblables, proposées par l'Académie d'Amiens et par celle d'Arras, et il en obtint les mêmes récompenses.

Ces écrits l'ayant fait connoître du ministère, il fut dès-lors consulté sur les questions délicates de l'administration, et chargé de plusieurs missions qui exigeoient du talent et de la probité.

M. de Tolosan, intendant du commerce, l'envoya en Angleterre pour y étudier la manière de conduire les moutons à laine longue, et pour tâcher d'en introduire la race dans nos provinces septentrionales; opération bien importante pour nos manufactures d'étoffes rases, qui tirent leurs laines d'Angleterre, comme celles de draps les tirent d'Espagne, tandis qu'il nous seroit si aisé de faire naître chez nous ces matières premières.

Le Gouvernement l'employa ensuite contre un grand nombre d'épizooties; mission souvent odieuse à ceux mêmes qu'elle doit sauver, lorsqu'elle commence par la

destruction des animaux infectés, et toujours pénible dans ces campagnes éloignées où le peuple croupit dans la superstition, la paresse et la misère : souvent Gilbert vit des paysans refuser d'employer pour leurs bestiaux d'autre remède que l'eau bénite.

Lorsque la révolution eut détruit les entraves que la féodalité opposoit aux progrès de l'agriculture, on imagina qu'il suffiroit d'éclairer les gens de la campagne pour exciter leur industrie. Des instructions populaires sur divers objets d'économie rurale furent imprimées et répandues dans les départemens : Gilbert en composa quelques-unes, et on remarque dans le nombre plusieurs traités de médecine vétérinaire qui seront toujours cités comme des ouvrages utiles.

Nommé membre de la commission, et ensuite du conseil d'agriculture, il contribua avec ses collègues à la création d'un établissement où toutes les expériences devoient se faire en grand, et qui devoit être la source d'une foule d'améliorations dont notre économie rurale éprouve encore le besoin.

On peut dire qu'il combattit comme sur la brèche pour défendre cet établissement, lorsqu'une politique pusillanime et une économie ruineuse se liguèrent pour le dénaturer.

Espérons que dorénavant un Gouvernement paternel, prévoyant, se chargera lui-même de défendre la portion d'établissement de ce genre qui nous reste encore, et que l'appât d'un peu d'or présent n'empêchera plus de voir les bienfaits que promet l'avenir.

Dès l'époque désastreuse de 93, Gilbert avoit, de concert avec les mêmes collègues, employé le plus grand courage à préserver de la destruction un superbe troupeau de moutons espagnols, que notre confrère Chanorier, obligé de fuir, avoit laissé à sa terre de Croissy. Lorsque tant de malheureux ne retrouvoient que de tristes débris des plus belles fortunes, cet excellent citoyen fut bien étonné de revoir sa plus précieuse propriété dans un meilleur état qu'il ne l'avoit quittée. On ne sait que trop qu'alors il n'y avoit pas par-tout de tels dépositaires.

Mais tous ces services rendus à sa patrie n'étoient rien, aux yeux de Gilbert, auprès de ceux qu'il espéroit lui rendre dans la dernière mission qu'il reçut.

Après une guerre courte et glorieuse pour nos armes, l'Espagne avoit fait sa paix avec la France. Un des articles du traité nous cédoit la moitié de Saint-Domingue, c'est-à-dire qu'il nous permettoit de la conquérir; un autre, resté d'abord secret, nous accordoit la faculté d'acheter en Espagne quelques milliers de ces moutons dont la superbe laine alimente encore aujourd'hui presque toutes nos manufactures de draps.

Prétendre sans restriction que ce dernier article étoit plus avantageux que l'autre, ce seroit encourir l'imputation de philosophie, aujourd'hui si odieuse à certaines gens; mais on conviendra du moins que, dans l'état où se trouvoient alors nos propres colonies, il n'y avoit pas de comparaison.

Cependant ceux qui furent successivement portés à la tête des affaires, depuis le traité de Bâle, eurent trop à

s'occuper de leur propre existence pour pouvoir penser à des améliorations lentes ; et quoique le terme de l'exportation fût fixé à cinq ans, il s'en étoit déja passé trois sans qu'on eût songé aux moyens de l'effectuer.

Gilbert saisit un moment de calme pour lire sur cet objet, dans une de nos assemblées, un mémoire pressant, qui fut imprimé par ordre de la classe, et adressé par elle au Gouvernement. Un ministre, membre de l'Institut, qui n'a jamais manqué une occasion de servir l'agriculture, fit ordonner l'exécution de cette mesure, et Gilbert eut la satisfaction d'être lui-même chargé de cette mission délicate.

Que l'on juge de sa joie à cette nouvelle. L'Espagne bénit encore la mémoire de don Pèdre IV de Castille, et l'Angleterre celle d'Édouard IV, parce que ces princes donnèrent à leur pays les beaux troupeaux qui en font la principale richesse. Gilbert avoit toujours offert ces exemples à l'administration. L'instant étoit enfin venu où ses conseils alloient être suivis, où la France alloit jouir des mêmes avantages que ces pays rivaux ; et c'étoit lui-même qui étoit chargé de les procurer ; c'étoit son nom qui alloit s'attacher à cette glorieuse époque. On le vit, rayonnant de plaisir, annoncer cette nouvelle à ses amis. Ce fut avec une sorte de transport qu'il se prépara à quitter sa famille pour un voyage qui lui paroissoit devoir être si court, si utile, et si instructif.

Il ne prévoyoit guère les obstacles et les chagrins qui

l'attendoient ; il n'imaginoit pas qu'il ne lui seroit plus donné de revoir sa patrie.

Les premiers de ces obstacles, qui tenoient à la nature même des choses, ne furent pas les plus fâcheux.

On sait qu'encore aujourd'hui, dans le plus beau climat de l'Europe, l'Espagne croit devoir gouverner ses troupeaux comme ces peuples nomades confinés dans les plaines stériles de l'Afrique et de la Tartarie. Au lieu de préparer dans chaque ferme la quantité de fourrage nécessaire aux moutons, on les fait errer de province en province, suivant les saisons, pour chercher des pâturages. Des millions de ces animaux descendent en automne des montagnes de Galice et de Léon, et vont peupler pendant l'hiver les riches plaines de l'Andalousie et de l'Estremadure, d'où ils repartent au printemps. Une bande de terrain d'une largeur énorme est réservée pour leur passage, et perdue pour l'agriculture : les lois défendent sévèrement d'en enclore ni d'en cultiver aucune partie. On observe dans ces voyages la même discipline que dans ceux d'une armée ; chaque grand troupeau, ou *cavagna*, de 40 à 50,000 bêtes, se subdivise en troupeaux plus petits, conduits chacun par un berger d'un ordre inférieur. Ceux-ci obéissent à un chef commun nommé *mayoral*. Des boulangers, des valets de toute espèce marchent à la suite ; on avance en colonnes et à petites journées. Ce n'est qu'à l'époque de la tonte que les troupeaux se rassemblent, et que leurs propriétaires viennent en faire la revue ; ce n'est aussi qu'alors qu'on peut acheter avec avantage et choisir sur un grand nombre ;

tandis que le reste de l'année il faut courir après ces troupeaux errans, et prendre ce qu'on vous présente.

Or Gilbert fut tellement entravé, qu'il manqua deux ans de suite cette époque favorable. D'abord les propriétaires des troupeaux, soit par une sorte de patriotisme assez raisonnable, soit par la crainte de déplaire à la cour, refusèrent, sous toute sorte de prétextes, de lui rien vendre. Il fallut solliciter des lettres du Roi pour les engager à être moins opiniâtres; et lorsqu'eux-mêmes eurent cédé, il fallut vaincre encore les refus des bergers, qui regrettoient de voir partir les beaux individus de leurs troupeaux. Ces lenteurs se compliquèrent avec les retards dans les paiemens qui devoient venir de France. Par une fatalité qui semble attachée à la nature humaine, les peuples achètent l'or à tout prix pour s'entre-détruire, et ne disposent jamais de rien quand il s'agit de se rendre heureux chez eux.

On avoit promis à Gilbert de faire arriver avant lui à Madrid toutes les sommes qui avoient été jugées nécessaires, et ce ne fut qu'au bout de plusieurs mois de séjour qu'il reçut une lettre de crédit allant à peine au tiers de ce qu'il lui falloit; encore au moment où il alloit l'employer, son banquier reçut-il ordre de la réduire à moitié : de sorte qu'il ne put disposer que d'une misérable somme de trente mille francs pour une opération où il auroit fallu prodiguer des millions. Soit impuissance ou négligence de la part des chefs, soit infidélité de la part des agens, toutes ses sollicitations, toutes celles de ses amis de France furent impitoyablement

éconduites pendant plus d'une année. Il fut obligé d'engager son propre patrimoine pour acquitter des dettes d'autant plus sacrées à ses yeux qu'elles intéressoient l'honneur de sa patrie ; et ce ne fut qu'avec peine qu'il obtint le supplément nécessaire pour se tirer des cruels embarras où l'avoit mis sa confiance en ceux qui l'envoyoient.

Que l'on juge des chagrins qui devoient l'accabler. Il se flattoit, en partant, d'avoir tout fait en trois mois ; il attachoit à ce travail la gloire de toute sa vie ; et après deux ans de traverses, de fatigues incroyables, de contrariétés de tout genre, et même d'humiliations, le troupeau qu'il étoit parvenu à rassembler étoit à peine le tiers de ce qu'il auroit dû être.

Ces chagrins achevèrent ce que les fatigues avoient commencé. On sait combien les voyages sont pénibles en Espagne, pays sans grandes routes, sans auberges, sans aucun secours pour les étrangers. Mais les désagrémens des provinces fréquentées ne sont rien en comparaison de ceux que Gilbert éprouva dans les montagnes de Léon, le pays le plus sauvage de tout le royaume.

Il fut obligé de les parcourir dans une saison pluvieuse, presque toujours à pied, et traînant son cheval le long des précipices, couchant dans les huttes des pâtres au sommet des rochers, souvent au-dessus de la région des nuages. Il y gagna une fièvre tierce que l'abattement de son esprit fit bientôt dégénérer en une fièvre maligne qui l'emporta en neuf jours.

Aussi long-temps qu'il conserva un peu de force,

il ne cessa d'étudier et de recueillir tout ce qu'il crut pouvoir être utile. Ces glands doux, préférables aux châtaignes, et qu'on dit avoir fait la première nourriture des hommes; la pistache de terre, plante singulière dont le fruit est attaché aux racines; des boutures des seps qui produisent ces vins si célèbres dans toute l'Europe, furent envoyés par lui au ministre. Il porta encore une attention particulière sur ces fameux haras de l'Andalousie, qui fournissoient jadis les chevaux les plus estimés de l'Europe, et que la manie réglementaire, aussi funeste à l'agriculture qu'aux autres branches de l'industrie, a tant fait dégénérer de leur ancienne splendeur. Le mémoire qu'il envoya à ce sujet à l'Institut national seroit digne d'être médité par les administrateurs espagnols.

On voit, dans les dernières lettres qu'il écrivoit au ministère, pour essayer encore de réveiller sa sollicitude en faveur de ce troupeau si chèrement acquis, le pressentiment qu'il n'auroit pas le bonheur de le ramener lui-même en France. Il y indiquoit, avec le plus tendre intérêt, les précautions nécessaires pour le transporter, le recevoir, l'acclimater, et le distribuer de la manière la plus profitable.

Il faut avoir connu Gilbert pour comprendre comment de simples contrariétés purent lui devenir si funestes. L'air de son visage, l'éclat de ses yeux, faisoient connoître, au premier aspect, la vivacité de son caractère et la chaleur de son ame. Agreste comme sa profession, il n'avoit nulle idée de ces détours par lesquels la plupart

des hommes prétendent être forcés de passer pour arriver au bien. Il étoit d'un patriotisme ardent ; et cependant il n'imita point tant d'hypocrites qui ne surent jamais montrer leur zèle pour le bien public qu'en faisant des malheurs particuliers. Il protégeoit au contraire de préférence ceux qui appartenoient au parti persécuté, et, dans les diverses vicissitudes de la révolution, le pouvoir a changé assez souvent de main pour lui donner occasion de prouver que c'étoit l'infortune et non les opinions qu'il protégeoit. Plusieurs fois des hommes de partis opposés furent étonnés de trouver dans sa maison un asyle commun.

Qu'on nous permette de raconter un des traits qui peignent le mieux la délicatesse et l'étendue de sa générosité.

Dans ce temps où la destitution entraînoit les fers, et où les fers annonçoient la mort, un de ses collègues, que des liaisons avec l'une des principales victimes de cette époque funeste avoient rendu suspect, perdit sa place et fut enfermé à Saint-Lazare. Tant que sa détention dura, Gilbert portoit, chaque mois, à la femme de cet ami la moitié de ses propres appointemens, lui laissant croire que c'étoient ceux de son mari, afin qu'elle ne se doutât pas de sa destitution, et qu'elle ne vît point toute l'étendue du danger qu'il couroit.

Un trait moins intéressant par lui-même mérite encore d'être rapporté, à cause d'un heureux concours de circonstances qui le récompensa immédiatement de sa bonne action.

Lorsqu'il entra en Espagne, les routes étoient infes-

tées de voleurs, restes de la guerre qui avoit désolé la frontière ; et comme on ne pouvoit voyager qu'en troupe et bien armés, il s'étoit arrangé pour faire route commune avec plusieurs marchands. Une Française dont la grandeur passée n'a fait qu'aggraver les malheurs présens, apprenant qu'un de ses compatriotes passoit dans son voisinage, le fait prier de venir la trouver. Gilbert imaginant bien qu'il n'entendroit que des plaintes auxquelles il ne pourroit donner aucun remède, refusa d'abord de quitter sa caravane ; mais un instant de réflexion le rappela à son caractère, et il se détourna de plusieurs lieues pour porter à cette dame au moins quelques consolations.

Précisément dans cet intervalle, la troupe qu'il venoit de quitter fut battue et dévalisée par les brigands : son humanité lui fut plus utile que ne l'auroient été ses précautions ; il passa sain et sauf quelques heures après.

Tel fut l'homme estimable que nous regrettons. Sa mort a plongé ses amis dans le deuil ; elle a laissé dans l'abandon une famille intéressante ; et, ce qui doit sans doute être dit dans son éloge, elle a fait vaquer à l'Institut une place que jusqu'à présent la classe des sciences physiques n'a cru pouvoir remplir. C'est aussi là une sorte d'hommage qui prouve mieux que tous les discours l'étendue de la perte qu'elle a faite.

NOTICE HISTORIQUE

SUR

JEAN DARCET,

Par le citoyen G. CUVIER.

Lu à la séance publique du 15 nivose an 10.

NOUS l'avouons, ce n'est pas sans crainte que nous venons encore vous entretenir de l'un de nos confrères. L'exposé de découvertes récentes vous intéresseroit peut-être plus que des détails répétés sur des travaux anciens; mais c'est pour nous un devoir de rendre ces hommages à la mémoire des hommes utiles aux sciences et à l'humanité. Le souvenir des liens qui nous attachoient à eux nous fait exercer, il est vrai, ce touchant ministère avec le zèle du sentiment; mais le souvenir de leurs services ne vous porteroit-il pas aussi à prendre part à ces actes solennels de notre douleur, ou du moins à les excuser?

Quelques personnes reprochent aux éloges académiques de n'être pas l'expression entière de la vérité, et de pallier trop souvent les fautes et les erreurs de ceux qu'ils ont pour objet : et sans doute ce n'est pas lorsque nos regrets sont encore dans toute leur force; ce n'est pas lorsque nous parlons, pour ainsi dire, encore appuyés

sur l'urne funéraire d'un maître ou d'un ami, que l'on peut exiger de nous la froide impartialité de l'histoire. Mais n'y a-t-il pas en cela même une utilité particulière, et cette ingénieuse recherche de tout ce qu'un homme eut de louable ne peut-elle pas aussi profiter à l'humanité? Les moralistes ordinaires sondent les replis les plus profonds du cœur humain pour y poursuivre et y dévoiler l'orgueil, la foiblesse et la vanité, sources impures et cachées de tant de vertus apparentes. Ils feroient presque pardonner le vice, tant ils prouvent qu'il est commun. On entend à cette tribune des moralistes d'une autre espèce : ils analysent aussi les ressorts secrets de notre intelligence et de notre volonté, mais leur but est plus consolant; c'est de montrer que ces travers ou ces fautes, que la médiocrité aime tant à reprocher aux hommes de génie, ont presque toujours leur source dans des principes honnêtes, dans des penchans vertueux. Ils exercent d'avance l'office du temps, en effaçant les taches dont les contemporains ne se plaisent que trop à couvrir le mérite, et en montrant à l'émulation de la jeunesse l'image des grands hommes, entourée seulement de leur gloire, et telle que la postérité la verra, lorsque la jalousie aura cédé la place à la reconnoissance.

Sans doute il en est quelques-uns qui ont rendu cette bienveillance recherchée trop nécessaire à leur mémoire, et dans l'éloge desquels on n'oseroit se permettre ces réflexions, parce qu'elles seroient un trop fort correctif du bien qu'on diroit d'eux; mais si jamais on peut les énoncer sans en craindre l'application, c'est en parlant

de l'homme qui fait le sujet de ce discours. Jamais aucun n'eut moins besoin des artifices d'un orateur, et ne put être montré plus aisément sous toutes ses faces : tout en lui fut bon, de ce bon simple et sans apprêts, qui paroît tel à tout le monde ; et les talens, la candeur et la probité s'allioient si heureusement dans son caractère, qu'on ne pouvoit le connoître sans le respecter et sans le chérir.

Une partie de sa jeunesse se passa dans l'adversité. Son père étoit magistrat, et vouloit qu'il se préparât à lui succéder : un goût naissant pour la physique lui faisoit préférer l'étude de la médecine à celle de la jurisprudence. Une marâtre aigrissoit encore l'humeur qu'occasionnoient ces différens, et le jeune Darcet se vit forcé de quitter la maison paternelle, et se rendit à Bordeaux pour s'y livrer à son penchant favori.

C'est par un tel combat sur le choix d'un état que commence l'histoire de presque tous nos confrères. Rarement les parens consentent-ils à ce que leurs enfans courent la périlleuse carrière des travaux de l'esprit, et certes on ne peut blâmer leur prudence ; car le dernier des états est sans doute celui de l'homme de lettres sans talens, comme le plus méprisable est celui de l'homme de lettres sans courage.

Mais ceux qui ont vraiment reçu de la nature la noble destination d'éclairer leurs semblables sentent leurs forces, et c'est à la fois une sûre pierre de touche des deux qualités que cette destination suppose, quand ce charme ineffable qu'on éprouve à la recherche de la

vérité fait mépriser l'indigence et l'abandon momentané des hommes. Darcet subit complétement cette terrible épreuve. Son père lui refusa toute espèce de secours, et transporta son droit d'aînesse aux enfans d'un second lit; en sorte qu'il se trouva bientôt dans une détresse si profonde, qu'il fut obligé, pour vivre, de donner des leçons de latin aux enfans d'un savetier.

Heureusement pour lui et pour les sciences, un de ses camarades d'études, Roux, connu depuis à Paris comme professeur de chimie aux écoles de médecine, approchoit du célèbre Montesquieu : il lui fit part de la situation de Darcet, et l'engagea à se le faire amener. Le président, voyant un jeune homme spirituel, instruit, modeste, et qui ne paroissoit pas né pour cette infortune, prit à lui l'intérêt le plus vif; et s'étant assuré de l'honnêteté de ses mœurs et de l'étendue de ses connoissances, il lui confia l'éducation de son fils, et l'amena à Paris en 1742.

Darcet passant subitement de la société de gens vulgaires et mécaniques dans celle d'un homme que sa réputation et son rang lioient avec les personnages les plus illustres, ne s'y trouva point déplacé : il obtint bientôt l'estime et l'amitié de son protecteur, devint le confident de ses travaux, et fut sur-tout employé par lui à recueillir et à ordonner les immenses matériaux de l'*Esprit des Lois;* il assista en quelque sorte à la création de cet ouvrage, qui ne lui présentoit plus cette jurisprudence étroite qui l'avoit tant rebuté, mais qui le faisoit jouir du spectacle nouveau pour lui de la

nature des choses, aussi impérieuse dans la formation des liens qui unissent les hommes, que dans celles des lois qui régissent les corps inanimés. Aussi possédoit-il parfaitement ce livre immortel ; et personne n'entendoit mieux et ne citoit plus à propos ces lignes si concises et d'un sens si profond, que les gens ordinaires trouvoient jadis obscures, et dont les événemens de nos jours ont donné un si lumineux et quelquefois un si effrayant commentaire.

Cette intime confiance ne finit qu'avec la vie de Montesquieu, et ce fut même alors que celui-ci en donna la plus grande preuve. Persécuté en vain sur son lit de mort pour rétracter des passages de son livre qui n'avoient pas paru conformes à l'opinion dominante, il s'aperçut que ceux qui l'obsédoient, désespérant de réussir dans leur entreprise, vouloient au moins glisser dans ses papiers quelque écrit qui contiendroit une rétractation, et qu'on donneroit comme de lui quand il ne seroit plus. Ses parens étoient gagnés, et ses amis absens : ce fut à Darcet qu'il eut recours ; il lui remit les clefs de ses manuscrits ; et celui-ci fut obligé d'employer la force pour ne pas se les voir arracher. Ce dernier acte par lequel son ami lui léguoit en quelque sorte le soin de son honneur, l'avoit touché au point que c'étoit celui des événemens de sa vie qu'il rappeloit avec le plus de complaisance, et il ne le faisoit jamais sans une vive émotion. Il y ajoutoit, lorsqu'il étoit avec ses amis, des détails sur les efforts de l'intrigue pour avilir un grand homme, bien remarquables, mais trop bas

pour que je puisse les rapporter dans une assemblée grave, sur-tout à une époque où la connoissance en seroit inutile, puisque nous sommes sans doute pour jamais débarrassés de la crainte de les voir renaître.

L'éducation du jeune *Secondât* sous les yeux d'un père tel que Montesquieu, avoit obligé Darcet de faire une étude approfondie des belles-lettres ; il en a fait preuve dans les notes dont il a enrichi le *Traité des questions naturelles de Sénèque*, ce monument curieux des connoissances ou plutôt de l'ignorance des anciens sur la physique.

Je n'aurois pas parlé d'un avantage qui semble appartenir à toute éducation libérale, si on ne paroissoit y donner trop peu d'attention dans celle d'aujourd'hui. Quelques jeunes gens qui se livrent aux sciences avec succès négligent, dit-on, les lettres, et cependant celles-ci sont un besoin pour les premières. Qu'on se rappelle l'histoire des hommes qui ont le plus étendu le domaine des sciences, et l'on verra bientôt qu'il est plus nécessaire qu'on ne croit, pour apprendre à bien raisonner, de se nourrir des ouvrages qui ne passent d'ordinaire que pour bien écrits. En effet, les premiers élémens des sciences n'exercent peut-être pas assez la logique, précisément parce qu'ils sont trop évidens, et c'est en s'occupant des matières délicates de la morale et du goût, qu'on acquiert cette finesse de tact qui conduit seule aux hautes découvertes. Comment d'ailleurs un homme capable de trouver des vérités nouvelles dédaigneroit-il l'art de les imprimer dans l'esprit des autres, par cette

justesse d'expression, par cette vivacité d'images, charme des cœurs sensibles, et mérite éternel des ouvrages classiques?

Tout en s'occupant de son élève, Darcet continuoit à étudier la médecine, et de toutes ses branches c'étoit la chimie qui le charmoit le plus, parce que c'étoit celle qui lui paroissoit la plus féconde en vues nouvelles et utiles. Son application le rendit bientôt l'élève chéri de Rouelle, qui lui-même s'étoit, à force de travail, élevé de la condition d'un pauvre paysan au rang des professeurs célèbres.

Rouelle étoit un de ces hommes qui, par une grande vivacité d'élocution, par des idées hardies, une méthode vaste et simple à la fois, savent communiquer même aux gens du monde l'enthousiasme dont ils sont remplis pour leur art.

Un jeune seigneur, passionné pour toutes les sortes de renommées, le comte de Lauraguais, faisoit les frais de ses cours, et fréquentoit souvent son laboratoire. Il y fut bientôt frappé du zèle et de l'intelligence de Darcet et de son ami Roux, qui étoit venu le trouver à Paris. *Celui-ci*, nous dit M. de Lauragais dans des notes qu'il a bien voulu nous remettre, et dont nous avons tiré plusieurs faits intéressans, *avoit cet esprit qui promet de la capacité; mais il étoit atrabilaire. Darcet étoit bon, simple et gai. Je demandai à Roux son amitié; mais je donnai la mienne à Darcet, et dès-lors nous fûmes inséparables.*

Le hasard voulut que les premiers travaux communs

des deux nouveaux amis fussent fort étrangers à cette chimie qui les avoit liés, et, au lieu d'un laboratoire, ce fut dans les camps que Darcet eut d'abord à suivre son protecteur.

Il fit avec lui la campagne de 1756, et assista à la bataille d'Hastembeck. Il la vit de près ; car un boulet à ricochet l'ayant couvert de terre, son cheval effrayé l'emporta au milieu de la mêlée. Des officiers de sa connoissance vouloient le faire retirer : *Non*, dit-il en riant ; *je ne serois peut-être pas venu ; mais, puisque j'y suis, je suis bien aise d'observer par moi-même les gens qui font, pour vivre, le métier de s'entretuer.*

Pendant la campagne de 57, Lauraguais et Darcet profitèrent de l'occupation du pays d'Hanovre pour visiter les mines du Hartz. Ils y passèrent, à diverses reprises, plusieurs jours sous terre, *ayant seulement soin*, dit toujours le premier dans ses notes, *de s'informer de temps en temps de ce qui arrivoit dessus.* Ils apprirent trop tôt que M. de Soubise venoit d'y être battu à Rosbach, et ils se hâtèrent de rejoindre l'armée, où ils se trouvèrent à la défaite de Crevelt. Le régiment de M. de Lauraguais y ayant été détruit, il aima mieux venir faire de la chimie que d'en lever un autre, et il ramena Darcet à Paris.

Rien ne fut épargné dès-lors pour leurs expériences communes, et sur-tout pour leurs recherches sur les arts : les principales eurent la porcelaine pour objet.

Cette poterie précieuse, usitée à la Chine et au Japon depuis un temps immémorial, nous étoit apportée de là

par les Portugais depuis plus de deux siècles, lorsque le hasard enseigna à un chimiste allemand les moyens de l'imiter. C'étoit un garçon apothicaire de Berlin nommé Boetticher, qui, s'étant livré à quelques pratiques secrètes, eut le malheur de passer parmi le peuple pour posséder la pierre philosophale, et fut obligé de s'enfuir en Saxe. Il n'y fut pas plus tranquille. L'électeur ajoutant foi à ce bruit ridicule, et imaginant d'en tirer parti, fit enfermer ce malheureux avec menace de le faire pendre s'il ne lui faisoit de l'or. On imagine bien qu'un tel ordre ne lui en fit pas faire; mais, dans son embarras, il essaya tant de combinaisons différentes, qu'enfin il découvrit ce mélange heureux de terres dont la Saxe a sûrement tiré plus de profit que jamais elle n'eût pu faire du grand œuvre. Elle y attachoit un tel prix, qu'il étoit défendu, sous peine de mort, d'exporter même des échantillons de la terre qu'on y employoit. Aussi les efforts des autres nations pour l'imiter furent-ils longtemps infructueux; et le grand Réaumur lui-même, après avoir fait venir de la Chine les deux principaux matériaux de la porcelaine, et reconnu le vrai principe de sa fabrication, ne parvint cependant qu'à faire une espèce de verre, opaque et blanc, à la vérité, mais qui ne perdoit rien de sa fragilité. Les fabricans ordinaires, et la manufacture de Sèves elle-même, ne produisoient qu'une fritte composée de sable, de potasse et d'argile, qui avoit bien l'éclat extérieur de la porcelaine, mais qui se rayoit aisément, et qu'un feu médiocre changeoit en un verre noirâtre.

Lauraguais et Darcet firent, les premiers en France, une porcelaine dure et infusible, et cela non par hasard comme Boetticher, mais par une suite raisonnée de combinaisons de toutes les espèces de terres et de pierres. Aussi ne faisoit-on en Saxe que la seule espèce de porcelaine dont on avoit trouvé la recette, tandis qu'ils imitoient à leur gré toutes celles que le commerce nous apporte. C'est ce qui faisoit dire à Darcet que *les Saxons avoient bien le secret de leur belle porcelaine, mais qu'ils ne connoissoient pas l'art de faire la porcelaine.*

Qu'il nous soit permis de remarquer en passant que cet art n'auroit été ni si tardif, ni si difficile à découvrir, si la simple minéralogie s'étoit trouvée alors dans l'état de perfection où elle est aujourd'hui. Réaumur recevant le petuntzé et le kaolin de la Chine, auroit à l'instant reconnu le premier pour un feld-spath, et cette connoissance eût épargné à nos artistes quarante années de travaux infructueux.

C'est à l'Institut national qu'il appartient de rappeler sans cesse que ces études générales qu'on affecte de regarder comme de pures spéculations, nous montrent réellement les chemins les plus courts pour arriver aux meilleurs procédés des arts.

Darcet servoit à la fois la pratique et la théorie. En faisant une invention lucrative, il faisoit encore un très-bon ouvrage de chimie. Ses expériences ne donnèrent pas toutes de belles porcelaines, mais toutes fournirent des faits utiles à la science, et il les recueillit sous le titre de *Mémoire sur l'action d'un feu égal, violent et*

continué pendant plusieurs jours, sur un grand nombre de terres, de pierres et de chaux métalliques, 1766 et 1770.

Un Allemand, nommé Pott, avoit traité le même sujet; mais Darcet essaya beaucoup plus de substances; et comme il employoit un feu bien plus actif, il obtint souvent d'autres résultats. La minéralogie gagna à ce travail une meilleure distribution de ses substances, et la peinture en émail plusieurs couleurs nouvelles.

Ce même feu lui donna occasion de répéter le premier en France, et de varier les curieuses expériences que l'empereur François I^er^ avoit faites sur le diamant. Il vit cette pierre brillante se réduire en une fumée légère, même au travers d'une épaisse enveloppe de pâte de porcelaine; et ne faisant point attention aux pores de cette pâte, il crut d'abord qu'il n'y avoit qu'une simple évaporation sans concours de l'air. Mais de simples jouailliers prouvèrent que cette prétendue évaporation n'avoit pas lieu dans des vaisseaux mieux fermés, et Macquer vit bientôt après la flamme qui complétoit la preuve de la combustion.

On sait que, dans ces dernières années, l'analyse du produit de cette combustion a montré que la nature du diamant ne diffère que bien peu de celle du charbon. Il ne faut pas voir seulement dans ces sortes de recherches la vérité isolée qu'elles nous montrent; c'est par les vues qu'elles nous donnent sur les lois générales, et, dans ce cas-ci en particulier, sur le peu de rapport qu'il y a souvent entre les différences apparentes des corps et leurs principes réels, qu'on doit les estimer.

Darcet inventa ensuite un alliage métallique remarquable par la propriété singulière de se fondre à une chaleur moindre que celle de l'eau bouillante. Il consiste en huit parties de bismuth, cinq de plomb, et trois d'étain. Cette découverte ne dut d'abord paroître que curieuse ; on ne s'en servoit que pour quelques grossières injections anatomiques : mais qui n'apprendroit à respecter jusqu'à la moindre expérience scientifique, lorsqu'on saura que c'est sur celle-là sur-tout que repose le stéréotypage, cet art qui va doubler le bienfait de l'imprimerie, en faisant pénétrer jusque dans la plus pauvre chaumière le résultat des méditations des sages ?

On lui doit encore la détermination de l'énorme quantité de substances nutritives contenue dans les os, quantité qui surpasse celle que fourniroit un poids égal de chair ; et il avoit annoncé depuis long-temps dans ses cours la possibilité d'extraire des os un produit semblable au suif. Ces deux découvertes pourront devenir utiles pour la multiplication d'objets d'une consommation journalière.

Mais ce n'est pas par ses découvertes seulement qu'il faut juger Darcet. Elles sont, il est vrai, pour un savant, le premier titre à la gloire ; mais elles ne sont pas le seul devoir auquel il s'engage. Dix-huit ans professeur au collége de France, Darcet répandit les lumières de la chimie dans les ateliers des arts ; il forma plusieurs des maîtres actuels de la science ; et comme le Gouvernement, dans les rétributions qu'il accordoit aux professeurs, n'avoit point encore calculé l'influence que des

leçons bien faites peuvent avoir sur la prospérité nationale, il étoit obligé de consacrer annuellement les deux tiers de ses honoraires aux frais de son cours.

Chimiste des manufactures de Sèves et des Gobelins, il perfectionna dans l'une les procédés de la cuisson, dans l'autre ceux de la teinture. Il n'eut point à introduire dans la première son invention des mélanges nécessaires à la porcelaine dure. Le hasard avoit fait découvrir à son prédécesseur Macquer une terre toute préparée par la nature, qui rend désormais superflues les pénibles combinaisons de l'art.

Inspecteur des essais à la monnoie, il sut effrayer par une probité sévère ces intrigans que la pénurie des finances et la foiblesse du Gouvernement attirèrent pendant quelques années avec leurs projets, extravagans s'ils n'eussent été honteusement cupides.

Membre de ces grands corps scientifiques appelés à éclairer le Gouvernement sur les matières de leur ressort, les gens de lettres sur les ouvrages qu'ils leur présentent, les artistes sur les machines qu'ils inventent, espèces de tribunaux où les rapporteurs ont plus d'autorité qu'ailleurs, parce que les juges ne possèdent pas également bien toutes les branches des sciences sur lesquelles ils ont à prononcer, et où ces rapporteurs ont par conséquent besoin d'être, s'il est possible, encore plus délicats et plus laborieux, il se distingua toujours par son rare discernement et par sa sévère justice.

La plus belle occasion qu'il eut de faire preuve d'une noble impartialité, fut quand la nouvelle chimie, ar-

mée de ses expériences, de sa nomenclature et de ses formules, vint combattre l'ancienne corps à corps, et que, nommé par l'Académie des sciences l'un des juges de ce grand défi, il lui fallut prononcer entre des opinions appuyées de l'assentiment d'un siècle entier, et des idées qui n'avoient encore de soutien qu'elles-mêmes; entre la théorie qu'il avoit enseignée toute sa vie, et celle à la découverte de laquelle il n'avoit eu aucune part. Cette dernière circonstance dit assez à tous ceux qui connoissent des gens de lettres, combien il falloit qu'il eût de franchise pour non seulement ne point s'opposer à cette nouvelle doctrine, mais même pour l'introduire peu à peu dans ses ouvrages et dans ses cours, à mesure qu'il en constatoit les bases.

D'autres questions d'un intérêt immédiat, et non moins générales, furent encore soumises à son jugement, et lui demandèrent de longs travaux : telles furent celle de l'existence de l'or dans les cendres des végétaux, celle de sa dissolution dans l'acide nitrique, celle de l'épuration du métal des cloches. Par-tout il montra la même justice et la même sagacité.

On voit que tous ces travaux de Darcet furent modestes comme lui. Il chercha toujours plus l'utilité que la gloire. Il craignoit plus d'errer qu'il ne desiroit de jouir : de-là sa réserve extrême et sa lenteur à publier. Ajoutez qu'il n'eut jamais la force, ou, si l'on veut, la folie de sacrifier les jouissances de l'amitié à l'espoir de la célébrité ; et vous verrez pourquoi, avec des moyens multipliés, il ne s'est pas placé plus haut parmi les chimistes de son siècle.

Son caractère résulte assez clairement de l'histoire de sa vie. D'une position assez triste, il a été élevé successivement jusqu'à l'une des places les plus éminentes de l'État, toujours porté par d'autres, et sans efforts de sa part comme sans résistance. Toujours content de sa situation présente, son contentement sembloit rejaillir sur tout ce qui l'environnoit; le sentiment intime qu'il en avoit lui-même ne lui permettoit pas de connoître cette triste passion de la jalousie. Dans son intérieur, une égalité d'humeur inaltérable, une gaîté douce, une complaisance à toute épreuve, eussent à peine laissé croire qu'il étoit le chef de sa famille, si la tendre vénération de tous ceux qui la composoient ne l'eût sans cesse rappelé.

On a pu se demander pourquoi, à la fin d'une grande révolution, on a porté subitement à la première magistrature un homme qui n'y avoit pris aucune part directe, et que ni l'éclat de son nom, ni son crédit, ni ses services, ne sembloient appeler à cette élévation.

Mais celui qui, dans le tumulte des partis, fut toujours respecté de tous; celui qui, pour donner asyle à l'opprimé, ne s'informa jamais de ses opinions; celui que tant d'appâts offerts à l'ambition n'enlevèrent jamais à ses travaux obscurs, et qui, dévoué sans cesse à l'utilité publique, n'en imaginoit point d'autre récompense que sa satisfaction intérieure, un tel homme n'étoit-il pas aussi un modèle à offrir aux citoyens, à une époque où il falloit donner pour base à l'édifice social la modération dans les desirs et toutes les vertus de la paix?

NOTICE HISTORIQUE

SUR

JEAN CHARLES BORDA,

Par le citoyen LEFÈVRE-GINEAU.

Lu à la séance publique du 15 nivose an 8.

JEAN-CHARLES BORDA, de l'Institut national, de la ci-devant Académie des sciences, chef de division dans la marine, naquit à Dax le 4 mai 1733, de Jean-Antoine de Borda et de Marie-Thérèse de Lacroix.

Il est indifférent sans doute pour la gloire d'un homme recommandable par ses talens et par des travaux aussi nombreux qu'utiles, de savoir que quelques-uns de ses ancêtres ont, avant lui, représenté sur la scène du monde. Cependant lorsqu'un tel homme nous est enlevé par la mort, l'intérêt qu'il inspire augmentant par le regret de l'avoir perdu, nous aimons à retrouver dans l'histoire ceux qui tiennent à lui par les liens du sang, comme nous nous plaisons à rechercher autour de nous ceux qui lui furent attachés par les nœuds de l'amitié.

La famille de Borda étoit originaire de Dax, et très-anciennement connue dans le militaire. Brantôme parle d'un Borda, capitaine, dont le nom, dit cet auteur,

mérite d'être recommandé à la postérité. Un des frères de celui-ci, un oncle de son père, furent tués au champ d'honneur; le premier à la bataille de Raucoux, l'autre au risban de Dunkerque, lorsque les Anglais essayèrent contre cette place en 1694, avec un succès funeste pour eux, une invention de guerre nouvelle qu'ils nommoient machine infernale.

Jean-Charles Borda commença ses études à Dax dans le collége des Barnabites, et dès-lors donna des indices remarquables de cette facilité surprenante qu'il avoit à juger les objets présentés à son esprit. Le professeur dictoit en français, l'élève écrivoit en latin; et, par une fraude bien excusable, il faisoit en même temps, dans des termes différens, une seconde traduction, qu'il donnoit à son voisin. Il acheva ses études sous les Jésuites de la Flèche avec la même distinction; tous les ans les prix proposés étoient pour lui l'occasion de plusieurs triomphes.

D'aussi heureuses dispositions n'avoient pas échappé à ses maîtres. Ils lui proposèrent d'entrer dans leur ordre; mais un goût déja prononcé pour les mathématiques l'entraînoit vers un autre but. Les Jésuites ne purent s'abstenir de lui marquer leurs regrets, et lui promirent une carrière brillante.

Il ne rentra dans sa famille que pour y éprouver une contradiction la plus pénible qui puisse affliger un jeune homme ardent qui a conçu une passion exclusive. La géométrie, qu'il n'avoit fait encore qu'entrevoir, avoit éveillé dans lui cette passion. Il vouloit la satisfaire en

entrant dans le génie militaire ; mais son père avoit d'autres vues. Chargé de onze enfans avec très-peu de fortune, obligé de soutenir deux de ses fils qui étoient au service, il regardoit la magistrature comme un moyen de procurer à son fils un établissement moins dispendieux. Le jeune Borda se soumit avec répugnance, et tout le fruit de cette contrainte fut la perte de quelques années précieuses de sa jeunesse. Enfin, par les sollicitations d'un bon religieux ami de la maison, autant que par les instances de sa mère, il obtint la révocation d'une décision trop impérative et trop rigoureuse.

A partir de ce moment il se livra tout entier à sa science favorite, et fit des progrès si rapides, qu'en 1753, n'ayant pas encore atteint l'âge de vingt ans, il fut trouvé digne d'être présenté à d'Alembert. Voici l'opinion qu'il donna de lui à ce savant illustre. « Il » ira certainement très-loin, disoit d'Alembert dans une » lettre écrite à un des parens de Borda ; je voudrois » que sa position pût le faire songer à l'Académie : ce » sera un très-grand sujet à coup sûr. »

Un témoignage d'estime aussi illustre fit renoncer Borda, pour quelque temps, au service du génie qui l'auroit éloigné de Paris. Admis dans les Chevau-légers, il y fit connoître et aimer l'étude des mathématiques, et devint lui-même le professeur de ses camarades.

En 1756 il lut à l'Académie un mémoire sur le mouvement des projectiles, qui obtint une mention particulière dans l'histoire de cette société savante ; et la même année il reçut une autre preuve d'estime bien

plus agréable pour lui; il fut nommé associé de l'Académie.

Aide-de-camp de M. de Maillebois dans la campagne de 1757, il se trouva à la bataille d'Hastembeck le 26 juillet. Mais ce genre de service l'éloignoit des sciences; il revint à Paris, où, s'étant présenté pour le génie, il fut reçu sans examen et employé sur-le-champ dans les ports.

Cette dernière circonstance décida du reste de sa vie. A la vue de la mer il accorda à cet élément et à la navigation une préférence qui ne s'est point démentie.

Son premier essai fut l'examen des théories sur la résistance des fluides; théories importantes à la navigation, car des principes qu'elles posent, dérive l'art de donner aux vaisseaux la forme qui éprouve la moindre résistance, et l'art de disposer les voiles, afin de réparer avec le plus grand avantage par le vent, les vitesses perdues.

Plusieurs géomètres avoient élevé des doutes sur l'exactitude des théories qui étoient alors généralement admises; mais personne encore n'avoit songé à consulter l'expérience, seul juge souverain dans ces matières.

A l'aide de machines fort simples qu'il conçut et fit exécuter, il soumit à la résistance de l'air et ensuite au choc de l'eau des surfaces de grandeur et de forme différentes, dont il changeoit la position à son gré. Un cordon tiré par un poids, en se déroulant, faisoit tourner avec rapidité un cylindre qui entraînoit les surfaces soumises à cette expérience; le temps plus ou moins long

que le poids employoit à descendre de la même hauteur, indiquoit la résistance plus ou moins grande de l'air; le calcul faisoit le reste.

De plusieurs lois dont se composoient alors les théories, une seule a été confirmée par ces expériences.

Son travail fut le sujet de deux mémoires, l'un de 1763, l'autre de 1767; Borda termine le second par cette phrase remarquable et vraie : « La théorie ordi-» naire du choc des fluides, dit-il, ne donne que des » rapports absolument faux. Il seroit inutile et même » dangereux de vouloir l'appliquer à la construction » des vaisseaux. »

Il fit en 1766 un autre mémoire sur l'écoulement des fluides qui entrent dans un vase ou qui en sortent par une ouverture. On ne se doute pas, quand on voit de l'eau couler ainsi, que la détermination des lois auxquelles ces écoulemens sont soumis est un problème très-difficile, et dont la solution exige une sagacité infinie et l'emploi d'une géométrie extrêmement fine.

Les causes qui modifient ce problème sont très-nombreuses, et sous peine d'établir une théorie fautive ou au moins incomplète, il n'est permis d'en négliger aucune. Daniel Bernoulli et d'Alembert avoient fait sur ces matières des ouvrages précieux. Ils étoient partis de principes différens; mais leurs solutions ne s'accordoient pas. Borda reprit la question toute entière, la traita d'après un troisième principe, et fut conduit à une théorie plus générale et plus propre à s'accorder avec les faits. Il fit aussi de nouvelles expériences sur la

contraction de la veine fluide, qui non seulement confirmèrent la bonté du principe abstrait dont il s'étoit servi, mais qui lui apprirent encore que les expériences de Newton sur le même sujet avoient besoin d'une correction.

Savoir les choses pour servir les hommes, a été l'unique et continuelle ambition de sa vie. En 1767 il examine dans un mémoire quelle est la forme la plus avantageuse, quelle est la position qu'il faut donner aux vannes des roues hydrauliques et aux roues elles-mêmes, pour qu'elles reçoivent de la part du courant d'eau la plus puissante impulsion. L'année suivante il compose un autre mémoire sur le calcul et sur la meilleure construction des pompes. Ces recherches le conduisirent à plusieurs conséquences qu'il vérifia sur-le-champ par d'heureuses applications, et dont le résultat devoit être la réforme de quelques vices notables qu'il reconnut dans les pompes des vaisseaux.

Une facilité surprenante à saisir les objets, un esprit extraordinaire de détail, une précision rare dans les idées, caractérisoient Borda. Le genre des recherches qui l'ont occupé, sa manière, son goût dominant pour ramener les théories à l'expérience et faire servir l'expérience à la pratique, sont une suite de ce caractère. Rarement il s'est livré aux spéculations de la géométrie pure. Cependant une question de cette nature captiva son esprit en 1767 : il s'agissoit du problème des isopérimètres.

Euler avoit donné une très-belle méthode pour ré-

soudre ce problème ; Lagrange ensuite en avoit trouvé une autre beaucoup plus simple, que l'illustre géomètre du nord s'étoit empressé d'adopter et de préférer hautement à la sienne. Cependant un géomètre célèbre de l'Académie contestoit les résultats de Lagrange. Un tel dissentiment sur une question de géométrie piqua la curiosité de Borda. En suivant une route différente il atteignit au même but. Sa nouvelle méthode prouva la bonté de celle de Lagrange, et cette contestation tourna au profit de la science.

Le dernier ouvrage de Borda qui se trouve dans l'*Histoire de l'Académie* est un *Mémoire sur la théorie des projectiles*, en ayant égard à la résistance de l'air. Tout le monde connoît la théorie du jet des bombes dans le vide, la nature de la courbe décrite, le rapport entre les portées et les angles de projection, et celui de la plus grande portée avec la vitesse initiale. Mais on ne lance pas des bombes dans le vide, et la résistance de l'air influe tellement sur les résultats, qu'ils deviennent méconnoissables. C'est bien pis lorsqu'il s'agit des boulets : leur vitesse étant presque infiniment grande, la colonne d'air qu'ils choquent dans des temps très-courts est immense, et par conséquent la résistance de ce fluide est aussi très-grande.

Newton et Euler s'étoient occupés de ce problème dans la théorie des bombes ; Borda le résolut pour celle des boulets. Il compare les résultats calculés dans le vide avec ceux qu'il obtient ; ils en diffèrent d'une manière étonnante. Il trouve, par exemple, que la portée d'une

pièce de vingt-quatre est diminuée des neuf-dixièmes par la résistance de l'air, et la diminution est encore plus grande si le vent est contraire. Il a dressé des tables de résultats, calculées pour des pièces de tous les calibres, pour tous les angles, toutes les portées, pour différentes vitesses; en sorte que la balistique est devenue par ses recherches une science presque nouvelle.

Nous allons maintenant tracer l'esquisse des travaux de Borda dans une autre carrière.

Le genre et le succès de ses recherches avoient attiré sur lui l'attention de M. de Praslin, ministre de la marine, qui résolut de l'attacher au service de mer. L'esprit de corps s'opposoit à cette promotion, l'usage et l'intérêt personnel appuyoient la résistance du corps de la marine; mais le ministre tint ferme, et, par une exception aussi rare qu'honorable, Borda fut transporté en 1767, de l'arme du génie dans la marine militaire, avec le grade de sous-lieutenant de port.

Sa première campagne est de 1768 : il ne fit en quelque sorte dans ce voyage que prendre possession de l'élément qui venoit de l'acquérir, et faire la reconnoissance du théâtre des expéditions importantes qui bientôt lui seroient confiées.

Depuis plusieurs années le gouvernement excitoit par des encouragemens, et l'Académie des sciences invitoit par des prix, les artistes à perfectionner les montres marines. En 1771 la frégate *la Flore* fut armée pour éprouver en mer les nouvelles montres et plusieurs instrumens nouvellement proposés. L'Académie nomma

pour ses commissaires Borda et Pingré. M. de Verdun, lieutenant de vaisseau, qui commandoit la frégate, étoit commissaire pour le gouvernement. Les instructions données à ces commissaires les chargeoient, non seulement d'éprouver et de juger les montres et les instrumens qui leur étoient confiés, mais encore d'examiner toutes les méthodes de pratique et de calcul employées sur les vaisseaux, de multiplier les observations autant qu'il seroit possible; enfin de ne négliger rien de ce qui pouvoit être utile à la navigation. La relation de ce voyage a fait voir combien les commissaires ont mis de zèle et de soins à remplir cette honorable mission, et jusqu'à quel point ils ont justifié le choix qu'on avoit fait d'eux.

Une autre expédition non moins importante suivit celle-ci de près; Borda en eut le commandement et la direction. Il s'agissoit de déterminer la position des îles Canaries. Ces îles sont un point de la terre intéressant en géographie, parce que plusieurs peuples de l'Europe y font passer leur premier méridien, les uns au pic de Ténériffe, les autres à l'île de Fer; le nôtre même étoit fixé à cette dernière île par une loi. Borda, élevé au grade de lieutenant de vaisseau en 1775, partit l'année suivante pour cette expédition, monté sur la frégate *la Boussole*, et ayant sous ses ordres l'*Espiègle* commandé par M. de Puységur. Ce voyage plein d'observations utiles et curieuses, n'a pas été publié; il reste entièrement rédigé dans les manuscrits de Borda, et sera imprimé avec d'autres ouvrages et fragmens de

recherches dont il s'occupoit quelque temps avant sa mort.

Les principaux faits géographiques en ont été consignés dans des notes supplémentaires ajoutées au voyage précédent. La position relative et absolue des Canaries s'y trouve déterminée par plusieurs points pris sur chacune d'elles et sur la côte d'Afrique, tous d'après des longitudes et des latitudes observées.

C'étoit une occasion de vérifier la hauteur du pic de Ténériffe, sur laquelle on n'avoit avant lui que des erreurs. Il en avoit déja exécuté une première fois la mesure par la trigonométrie, en 1771, et avoit dressé des tables pour faire connoître aux navigateurs leur position en mer par la hauteur apparente de cette montagne. Il recommença son travail sur les mêmes points qu'en 1771. Il reconnut et corrigea une erreur de chiffre. L'accord qui se trouve entre ces deux opérations ne permet pas de douter de l'exactitude de l'une ni de l'autre.

Il vérifia aussi plusieurs faits singuliers racontés par les voyageurs qui sont montés au sommet du pic. A travers des obstacles et des dangers presque insurmontables, il gravit jusqu'à la cime; il vit le cratère du volcan dont le souffle brûlant enflamme promptement le bois qu'on y plonge, et communique à l'air qu'on respire à l'entour une chaleur insupportable, tandis qu'au dessous il règne un froid excessif, puisqu'il maintient l'eau à l'état de glace pendant toute l'année, quoique dans un lieu situé très-près du tropique.

Il ne s'étonna pas de ces merveilles; il en chercha la cause dans la disposition des ouvertures de la cave de glace, et les explications qu'il donne de ce phénomène et de beaucoup d'autres sont très-satisfaisantes. Il rapporta plusieurs morceaux de minéralogie, qu'il soumit à l'examen des naturalistes.

Ce seroit à des hommes qui ont été ses compagnons d'armes comme ils l'étoient dans les sciences, à des navigateurs célèbres dont la France honore les travaux, qui respectoient les talens de Borda, et qui siègent parmi nous (1); ce seroit à eux, dis-je, et non à moi, qu'il appartiendroit de peindre Borda dans l'époque de sa vie où nous sommes arrivés, dans cette belle campagne de M. d'Estaing, qui a si glorieusement contribué à la liberté des États-Unis, et dont le souvenir nous conservera sans doute l'affection de cette république. Ils diroient que pendant le cours de cette campagne mémorable, où Borda fut major général de notre armée navale, la sagesse de son administration, son économie prudente et non parcimonieuse, et l'ordre admirable de sa comptabilité, ont été dignes de servir à jamais de modèle à tous les généraux et à tous les ordonnateurs.

Aucune idée grande et utile n'échappoit à son génie observateur. Le défaut d'uniformité dans la construction des vaisseaux dont se composoient nos armées navales, éveilla ses réflexions. De-là résultoit une discordance

(1) Les citoyens Bougainville et Fleurieu.

dans les mouvemens et un défaut d'ensemble dans l'exécution des signaux. Pourquoi ne pas donner la même forme à tous les navires, en s'attachant à celle qui réuniroit des qualités supérieures? De retour en France il fit adopter cette idée au gouvernement. Le ministre ordonna aux constructeurs d'envoyer le plan d'un vaisseau de 74 canons, et Borda fut leur juge. On suivit la même marche pour les vaisseaux d'un autre rang, et l'expérience a prouvé les profondes connoissances du juge en confirmant ses choix. Les Anglais aussi, à cette occasion, par l'empressement qu'ils ont mis à nous imiter, ont avoué, une fois au moins, que l'enceinte de leur île n'est pas exclusivement le berceau de toutes les conceptions heureuses.

En 1781 il eut le commandement du vaisseau *le Guerrier*, et en 1782 celui du *Solitaire*, vaisseau de 64 canons, avec ordre d'escorter un corps de troupes qu'on envoyoit à la Martinique. Il rendit les troupes à leur destination, et s'étant réuni à l'escadre commandée par M. de Grasse, il reçut de lui l'ordre de s'établir en croisière avec quelques frégates dans les parages voisins. Par une circonstance malheureuse, mais fréquente en mer, à la suite des ténèbres d'un épais brouillard, il se vit au milieu de huit vaisseaux de guerre anglais dont la vue lui avoit été dérobée par les vapeurs. Il usa de toutes ses ressourses pour échapper à des forces si supérieures aux siennes; mais obligé d'en venir au combat, il se défendit avec autant de sang-froid que de courage.

Quoiqu'entièrement désemparé, il soutint le combat, pour laisser aux vaisseaux qu'il commandoit, le temps de se mettre hors de danger. Enfin il fallut céder, et *le Solitaire* fut rendu dans l'état d'un vaisseau naufragé.

Il fut traité avec distinction par les Anglais, et renvoyé en France sur sa parole; mais le chagrin de cette fatale catastrophe, et les fatigues de trois campagnes de guerre affoiblirent sa santé, et lui donnèrent des infirmités qui tous les ans prirent des caractères plus alarmans et abrégèrent le cours de sa vie.

Dès 1771 il avoit senti que l'octant de Hadley, instrument le plus utile et le plus usuel de tous ceux qu'on emploie à la mer, pouvoit être perfectionné. Mayer, célèbre astronome anglais, avoit proposé en 1767 de substituer un cercle entier divisé à la partie de cercle qui est la base de l'octant; il avoit décrit les avantages et la construction de son nouvel instrument : idée heureuse, mais qui ne fut pas exécutée. Borda, qui en sentit l'importance, connut aussi les défauts qu'auroit l'instrument de Mayer : il ajouta aux idées de cet astronome d'autres idées plus heureuses encore, et, satisfait de la forme qu'il avoit imaginée, il fit exécuter en 1777 son cercle entier de réflexion. C'étoit donner aux navigateurs un instrument portatif, dont l'exactitude pour leurs observations égaleroit celle des grands instrumens employés jusqu'alors en astronomie. Il décrivit cet instrument dans un ouvrage publié en 1789.

Le cercle entier qu'il a fait exécuter plus tard pour les astronomes, qui seul peut tenir lieu de tous les instrumens d'astronomie, sans lequel nous n'aurions pas eu cette précision qui rendra à jamais immortelles les opérations faites pour déterminer les bases du système métrique, et que par reconnoissance les astronomes ont nommé *cercle de Borda;* ce cercle, dis-je, est au fond une conséquence du cercle de réflexion. L'exactitude qu'il donne est due aux mêmes moyens, aux mêmes raisons; mais les idées accessoires par lesquelles Borda est parvenu à rendre le cercle entier capable de servir aux usages de l'astronomie et aux opérations géodésiques, sont une preuve nouvelle de la fécondité de ses ressources dans les plus petits détails.

Il me reste à dire un mot de ce qu'il a fait pour la détermination des bases du nouveau système métrique. Sa part en inventions, en expériences, en zèle, en soins, est très-riche dans cette opération immense en détails. Dans aucune autre circonstance son esprit n'a déployé plus de ressources ni plus de sagacité.

Il fut un des commissaires nommés par l'Académie, en 1790, pour choisir les bases du système. Chargé, avec deux de ses confrères, de mesurer la longueur du pendule, il inventa une manière simple, commode, ingénieuse, de le mesurer avec une extrême précision. Cette méthode, fréquemment employée depuis dans le cours des opérations, est connue des artistes et mise aujourd'hui en pratique dans leurs ateliers.

Il inventa la forme donnée aux règles avec lesquelles on a mesuré les bases trigonométriques. Le moyen qu'il employa pour faire connoître l'influence de la chaleur sur ces règles, a enrichi la physique d'un nouveau thermomètre plus sûr, plus étendu, plus comparable que nos thermomètres ordinaires. Les expériences qu'il a faites pour en déterminer la marche ont été le sujet d'un mémoire aussi précieux par ses résultats que piquant par ses procédés ingénieux.

Cette grande entreprise l'avoit fortement intéressé dès l'abord; elle étoit devenue, dans ses dernières années, un objet de prédilection pour lui. Les obstacles sans nombre qu'elle avoit éprouvés, ceux qui pouvoient encore survenir, lui en faisoient ardemment desirer la fin. Il excitoit sans relâche le zèle des savans dans ce qui restoit à faire, les animoit au travail, et s'indignoit des entraves souvent mises par la pénurie du trésor public. Plus d'une fois, par justice, par humanité, par amour pour la chose, il a avancé aux artistes des paiemens que le gouvernement leur faisoit trop attendre.

Enfin le travail des observations étoit terminé, les conférences avec les savans commissaires étrangers étoient ouvertes; il ne restoit plus qu'à recueillir l'honneur attaché au succès : Borda n'eut pas cette satisfaction; ses infirmités s'étoient accrues par la rigueur de l'hiver. Il négligea quelque temps d'appeler des secours, et lorsqu'il consentit à les recevoir il n'étoit plus temps.

Il mourut au mois de ventose an 7, ayant vu arriver

la mort jusqu'à lui sans que la tranquillité de son ame en parût altérée.

Il aimoit les lettres et même la poésie; mais il étoit difficile en auteurs. Sa lecture favorite étoit celle d'Homère, l'*Odyssée* d'Homère.

Sa conversation étoit agréable et instructive; une raison forte s'y mêloit aux saillies les plus piquantes.

Son cœur étoit aimant et facile; il inspiroit l'attachement et le respect.

Il mettoit peu de prix à la célébrité, mais beaucoup à la gloire d'avoir été utile aux hommes.

FIN DE L'HISTOIRE.

MÉMOIRES

DE LA CLASSE

DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

MONOGRAPHIE

DU GENRE TILLEUL,

Par le citoyen VENTENAT.

Lu le 11 nivose an 8.

JE présentai l'année dernière à la classe la description d'une nouvelle espèce de *robinia*, découverte dans le nord de l'Amérique par le citoyen Michaux, et sur laquelle les citoyens Cels et Vauquelin ont communiqué plusieurs observations importantes, l'un en faisant connoître sa culture et ses usages, l'autre en donnant l'analyse du suc visqueux qui transpire principalement de toutes les jeunes pousses. L'intérêt avec lequel la classe accueillit cette nouvelle conquête de

l'agriculture et de la botanique, m'engage à lui présenter la description de deux nouvelles espèces de tilleuls qui méritent, sur-tout par l'éclat argenté de leur feuillage, de servir à l'ornement des jardins.

Les recherches que j'ai faites en voulant comparer ces espèces nouvelles avec celles qui étoient déja connues, m'ont convaincu qu'il étoit utile de présenter une monographie du genre tilleul, et de changer la plupart des noms triviaux. La classe jugera par les détails dans lesquels je vais entrer, de la légitimité des motifs qui m'ont déterminé à des innovations dont le botaniste doit être extrêmement sobre, parce qu'elles introduisent de la confusion dans la science, lorsqu'elles ne sont pas absolument nécessaires.

Linnæus n'a mentionné que deux espèces de tilleuls, auxquelles il donne les noms d'*Europæa* et d'*Americana;* mais comme il existe plusieurs espèces distinctes, soit en Europe, soit en Amérique, il est évident que les noms d'*Europæa* et d'*Americana* ne peuvent pas être conservés, puisqu'ils donnent lieu de supposer que les autres espèces ne sont point originaires de l'Europe ou de l'Amérique.

Miller, dans son *Dictionnaire des jardiniers*, a décrit deux espèces de tilleuls d'Amérique. Il a conservé le nom d'*Americana* à celle que Linnæus avoit connue, et il a donné à l'autre, rapportée de la Caroline par Catesby, le nom de *Caroliniana;* mais ce nom distinctif ne peut plus être adopté depuis que Michaux et d'autres botanistes ont découvert dans la Caroline une espèce

différente de celle que Catesby avoit trouvée. Aussi Aiton, dans son *Hort. Kew.* n'a-t-il fait aucune difficulté de changer le nom de *Caroliniana*, et d'y substituer celui de *pubescens*. Pour faire sentir l'importance et la nécessité de ce changement, il suffit de citer la phrase par laquelle Walther a désigné une espèce de tilleul qu'il a trouvée en Caroline : « *Tilia floribus nectario instructis, stipulis floriferis* ». Comme cette phrase convient évidemment à tous les tilleuls qui peuvent croître dans l'étendue de l'Amérique, on conçoit combien il seroit difficile de déterminer l'espèce qu'a voulu indiquer Walther, si les naturalistes qui ont voyagé dans la Caroline n'eussent rapporté des individus de la plante que le botaniste anglais avoit voulu caractériser.

CARACTÈRE GÉNÉRIQUE.

Calice libre, d'une seule pièce, à cinq divisions, tombant promptement. Corolle. Cinq pétales, nus dans les espèces d'Europe (1), munis chacun d'une écaille à leur base dans les espèces d'Amérique, alternes avec les divisions du calice. Étamines nombreuses, hypogynes ; filets distincts (2) ; anthères

(1) Nous n'avons jamais pu découvrir les nectaires filiformes dont parle M. Rudolph.

(2) M. Schkur a décrit et figuré dans son *Manuel de botanique*, p. 71, pl. 141, les étamines du *Tilia femina folio majore C. B.* comme polyadelphes : nous pouvons assurer que nous les avons observées avec la plus grande attention, et qu'elles nous ont toujours paru entièrement libres et distinctes.

arrondies. PISTIL. Ovaire libre, globuleux, velu, à cinq loges, contenant deux ovules dans l'angle intérieur de chaque loge; style cylindrique; stigmate en tête, à cinq dents. PÉRICARPE. Noix (1) globuleuse, coriace ou ligneuse, ne s'ouvrant point, à une loge et à une ou deux semences dans sa maturité (quatre loges et trois ou quatre semences sujettes à avorter). Embryon entouré d'un périsperme charnu; lobes sinués ou dentés. — Arbres dont l'écorce est souple et pliante, et dont le bois est tendre et léger. Feuilles séminales divisées en cinq lobes inégaux (2); feuilles de la tige ou des rameaux, pliées en dedans, et à bords parallèlement rapprochés l'un de l'autre avant de se développer, alternes, simples, en cœur ou tronquées obliquement à leur base, munies de stipules qui tombent promptement. Fleurs complètes disposées en corymbe au sommet d'un pédoncule latéral, libre dans sa partie supérieure, et adhérent dans presque toute l'étendue de sa partie inférieure, à la nervure moyenne d'une bractée membraneuse et en lance.

Nous trouvons dans l'énoncé du caractère générique une différence entre les pétales des tilleuls d'Europe et ceux des tilleuls d'Amérique, de laquelle résultent naturellement deux sections distinctes.

---

(1) *Nux à capsulis distat plenario valvularum defectu.* Gœrtn. XCI.

(2) Jean Bauhin est le premier qui ait fait cette observation sur les tilleuls d'Europe. Les feuilles séminales des tilleuls d'Amérique sont aussi divisées en cinq lobes inégaux.

§. Ier.

Tilleuls d'Europe; pétales nus.

T. *Mycrophylla.* — Foliis cordato-subrotundis, acuminatis, argutè serratis; nuce subglobosâ, vix costulatâ, tenuissimâ, fragili.

T. *Sylvestris.* Trag. IV.

T. *Femina, folio minori.* C. B. *Pin.* — Vaill. *Bot. par.* — Dalib. *Fl. par.*

T. *Folio minore.* J. B. vol. I, part. II, p. 137. — Rai. *Hist. plant.* p. 1695. — Garid. *Hist. pl. prov.* p. 464.

T. *Betulæ nostratis folio.* Pluk. *Mant.* 181.

T. *Ulmifolia.* Scop. *fl. carn.* edit. 2, nº 642.

T. *Europæa.* Linn. *Sp. pl.* var. 3, p. 733. — OEd. *Fl. dan.* tab. 553.

Tilleul à petites feuilles, ou tilleul des bois, ou tillau. Duh, *Arb.* nº 1, pl. 95.

Var. T. *Bohemica, foliis minoribus glabris, fructu oblongo utrinque acuminato, minimè costulato.* Till. *Hort. pis.* tab. 49, fig. 3. — Vaill. *Herb.*

T. *Folio glabro, duriori, minori.* Hall. *Enum.* p. 358, nº 2.

Comme Linnæus (1) a donné une description très-complète du tilleul d'Europe, nous croyons devoir nous

(1) *Phil. bot.* p. 261, édit. de Wildenow.

borner à citer les caractères qui distinguent les espèces que nous établissons. Nous avons désigné celle que nous décrivons par le nom comparatif de *mycrophylla*, parce qu'il n'est encore aucune espèce connue dont les feuilles soient aussi petites. Son tronc, recouvert d'une écorce épaisse dont l'épiderme est crevassé dans la partie inférieure et lisse dans la partie supérieure, s'élève environ à 16 mètres de hauteur, et présente souvent plus de 3 mètres de circonférence (1). Ses feuilles, d'une substance ferme et assez solide, glabres en dessus, presque toujours pubescentes en dessous, et munies, dans les points d'où partent les nervures latérales, d'une petite touffe de poils ferrugineux, ont environ 4 à 6 centimètres de longueur et de largeur. Le péricarpe est une noix arrondie, quelquefois pointue à ses deux extrémités, mince, fragile, presque lisse et pubescente.

T. *Platyphyllos*. — Foliis cordato-subrotundis, acuminatis, inæqualiter serratis; nuce turbinatâ, costis prominentibus insignitâ, lignosâ, crassâ.

T. *Femina*, *folio majore*. C. B. *Pin*. — Ger. *Fl*. — Galloprov. — Linn. *Fl. Suec*. edit. 2, p. 183. — Quer. *Bot. Espan*. vol. VI.

---

(1) On trouve devant le château de Challié, commune de Saint-Martin-lez-Melle, près de Melle, et sur la route de Niort à Melle, un superbe tilleul de 48 pieds de circonférence, et d'environ 60 pieds de hauteur; il porte au moins 150 pieds dans ses branches, sans aucune marque de vétusté et de dépérissement. (*Note communiquée par Grelet-Desprades, de Niort.*)

T. *Vulgaris platyphyllos*. J. B. vol. I, pl. 2, p. 133. — Raj. *Synops.* p. 473, et *Hist. plant.* p. 1694. — Magn. *Bot.* p. 254. — Scop. *Fl. carn.* edit. 2, n° 641.

T. *Femina*. Lob. *Hist.* 606.

T. *Silesiaca*, *folio maximo variè et profundè serrato*, *fructu subrotundo*, *anguloso et lanuginoso*. Till. *Hort. pis.* p. 165.

T. *Cordata*, *foliis cordatis acuminatis*, *inæqualiter serratis*, *fructibus 5—locularibus tomentosis*. Mill. *Dict.*

T. *Foliis cordato-lanceolatis*, *spongiolis ad nervorum folii angulos sessilibus*. Hall. *Hist.* n° 1030.

T. *Europæa*. L. var. *a*, *Sp. pl.* p. 733. — Black. tab. 469. — Gouan. *Fl. Monsp.* — Vill. *Plant. du Dauph.* vol. IV, p. 798. — Gærtn. vol. II, p. 150 et tab. 113.

T. *Platyphyllos*. Scop. *Fl. carn.* n° 641.

Tilleul à grandes feuilles, ou tilleul de Hollande. Duh. *Arb.* n° 2.

Var. *a*. T. *Corallina*. Ait. *Hort. Kew.*

T. *Foliis molliter hirsutis*, *viminibus rubris*, *fructu tetragono*. Raj. *Synops.* p. 473.

T. *Sylvatica nostras*, *foliis amplis hirsutis pubescentibus*, *fructu tetragono*, *pentagono aut hexagono*. Pluk. *Almag.* 368.

T. *Europæa*, *foliis acuminatis*, *serratis*, *subhirsutis*; *fructibus 4—angularibus*, *subpilosis*. Mill. *Dict.*

T. *Foliis amplioribus*, *mollibus*, *subhirsutis*. Hall. *Enum.* p. 357, n° 1. — Boehm. *Lips.* n° 397.

Tilleul dont les feuilles sont légèrement velues, les

jeunes branches teintes de rouge et le fruit triangulaire. Duh. *Arb.* n° 4.

Var. *b.* T. *Variegata ; folio majore variegato.* Tilleul à grandes feuilles panachées. Duh. *Arb.* n° 3.

Quoique cette espèce ait beaucoup de rapports avec le *tilia mycrophylla*, elle présente néanmoins plusieurs caractères qui prouvent qu'elle ne doit pas être considérée comme une variété. Elle ne s'élève point à une aussi grande hauteur; ses feuilles sont constamment beaucoup plus grandes, plus molles et plus velues; ses fleurs s'épanouissent un mois plus tôt, et son péricarpe diffère, non seulement par sa forme et par les nervures dont il est relevé, mais encore par sa substance plus dure et plus épaisse.

Les anciens botanistes, parmi lesquels nous citerons seulement les deux Bauhin, Raj et Plukenet; plusieurs modernes, tels que Miller, Haller, Duhamel, Scopoli, Schkur, Erhart, etc. (1), ont pensé que ces deux espèces étoient réellement distinctes.

Linnæus paroît avoir exposé dans l'*Hort. Cliff.* p. 204. les motifs qui l'ont déterminé à réunir les deux tilleuls d'Europe : « *Fructus globosus, si modò unico prægnans* » *est semine, ut communiter fit; si verò omnia quinque* » *semina ad maturitatem perveniunt, angulatus fit*

(1) M. Vhal, célèbre botaniste danois, nous a appris que Erhart avoit distingué comme espèces les deux variétés du *tilia europæa* dans un ouvrage périodique qui n'existe dans aucune des bibliothèques nationales de Paris.

» *fructus* ». Pour juger du degré de confiance que méritoit cette observation de Linnæus, nous avons ouvert un grand nombre de fruits des deux espèces, et nous pouvons assurer qu'il n'en est aucun où nous ayons trouvé plus de deux semences, et que le plus grand nombre n'en contenoit qu'une seule.

Nous terminerons cette discussion en observant qu'il est des pays où il n'existe qu'une seule espèce de tilleul; par exemple, on ne trouve en Bohème, en Danemarck, etc. que le *tilia mycrophylla*, tandis qu'en Suède, en Espagne et dans d'autres parties de l'Europe, on ne rencontre que le *tilia platyphyllos*. Mais si ces deux espèces étoient des variétés l'une de l'autre, pourquoi n'existeroient-elles pas ensemble dans les mêmes lieux?

§. II.

Tilleuls d'Amérique; pétales munis d'une écaille à leur base.

T. *Glabra.* — Foliis profundè cordatis, argutè serratis, glabris; petalis apice truncatis, crenatis; nuce ovatâ, subcostatâ.

T. *Foliis majoribus mucronatis.* Clayt. *Fl. virg.* p. 58. — Duham. *Arb.* n° 5.

T. *Amplissimis glabris foliis, nostrati similis.* Pluck. *Mant.* 181.

T. *Americana, floribus nectario instructis.* Linn. *Sp. pl.* 733.

T. *Americana*, *foliis cordatis*, *acuminatis*, *serratis*, *subtùs pilosis*; *floribus nectario instructis*. Mill. *Dict.*

T. *Americana*, *floribus nectario instructis*, *foliis profundè cordatis*, *argutè serratis*, *glabris*. Ait. *Hort. Kew.*

T. *Americana*. Lézerm. *Cat. des arb. de l'Am. sept.*

Habitat in Canada et in altis montibus Carolinæ.

Cette espèce est la première de celles qui ont été découvertes en Amérique. Son tronc parvient à une hauteur considérable. Le citoyen Michaux en a observé des individus qui avoient 25 mètres d'élévation. Ses branches sont recouvertes, ainsi que ses rameaux, d'une écorce d'un brun foncé. Ses feuilles, qui sortent de boutons ovoïdes, glabres et d'un pourpre noirâtre, sont en cœur, dentées en scie, très-pointues, d'abord légèrement pubescentes, ensuite parfaitement glabres, plus grandes que celles du tilleul que l'on cultive dans les jardins. Ses fleurs, disposées en corymbe et portées sur un pédoncule presque deux fois plus long que le pétiole des feuilles, ont leurs pétales tronquées et dentées au sommet. Le péricarpe est une noix ovale relevée de côtes peu saillantes, pubescente et de couleur cendrée.

T. *Pubescens*. — Foliis basi truncatis, obliquis, denticulato-serratis, subtùs pubescentibus; petalis emarginatis; nuce globosâ, lævi.

T. *Caroliniana*, *foliis cordatis*, *obliquis*, *glabris*,

subserratis cum acumine; floribus nectario instructis. Mill. *Dict.* — Lézerm. *Catal. des arb. de l'Am. sep.*

T. *Americana, floribus nectario instructis; stipulis floriferis.* Walth. *Fl. Car.* 153.

T. *Pubescens, floribus nectario instructis; foliis basi truncatis, obliquis, denticulato-serratis, subtùs pubescentibus.* Ait. *Hort. Kew.*

Habitat in Carolina.

Var. T. *Leptophylla.* — Foliis basi obliquè truncatis, laxè serratis, tenuissimis, subpapyraceis, subtùs pubescentibus.

Habitat in Luisiana.

Cette espèce, très-commune dans la Caroline, et principalement dans les environs de Charles-Town, diffère sur-tout de la précédente par les caractères suivans. Son tronc, recouvert d'une écorce mince et sillonnée, ne s'élève point à une aussi grande hauteur, comme nous l'a appris le citoyen Michaux; ses branches sont plus horizontales; les boutons sont tomenteux et de couleur cendrée. Les feuilles sont tronquées obliquement à leur base, d'abord presque tomenteuses; mais à mesure qu'elles prennent de l'accroissement une partie du duvet tombe, et les poils qui persistent sont alors disposés en étoile, à peu près comme dans la plupart des espèces du genre ALYSSUM. Ces feuilles sont aussi plus petites, et les dents qui les bordent sont moins rapprochées. Les pétales sont plus étroits, presque terminés en pointe, et échancrés à leur sommet. Les divisions

du stygmate sont plus profondes et plus ouvertes. Le péricarpe est une noix globuleuse, lisse et tomenteuse.

Quoique quelques botanistes aient considéré le tilleul de la Louisiane qui a été cultivé dans les jardins de Jansen et de Lemonnier, comme une espèce distincte qu'ils désignoient par le nom de *multiflora*, néanmoins nous pensons qu'il n'est qu'une variété du *tilia pubescens*. En effet, il présente les mêmes caractères de cette dernière espèce, et il n'en diffère que par ses feuilles extrêmement minces, dont les dents sont plus écartées.

T. *Rotundifolia*. — Foliis cordato-subrotundis, subsinuatis, dentatis, verticalibus, subtùs albo-tomentosis; nuce ovatâ.

T. *Alba*, *foliis profundè cordatis*, *subsinuatis*, *dentatis*, *subtùs tomentosis*. Ait. *Hort. Kew*.

T. *Argentea*. Jardin du Mus. d'hist. nat. de Paris.

Le *tilia rotundifolia*, originaire, selon Aiton, du nord de l'Amérique, croît naturellement dans la Hongrie; et Bruguière et Olivier l'ont trouvé près de Constantinople. M. Gordon l'introduisit en Angleterre en 1767. Aiton, directeur du jardin de Kew, en envoya quelques pieds, il y a environ douze ans, aux citoyens Thouin et Cels, qui l'ont propagé avec succès, l'un dans le jardin du Muséum d'histoire naturelle, et l'autre dans sa pépinière d'Arcueil. Parmi les individus qui existent dans ces deux établissemens, il n'en est aucun qui soit franc de pied.

Tous ont été greffés sur le tilleul dit de Hollande; néanmoins ces enfans adoptifs croissent avec autant de vigueur que s'ils existoient dans leur pays natal. Quelques-uns d'entre eux ont fleuri et fructifié en l'an 6 et en l'an 7 de la République. Le citoyen Thouin a semé leurs graines, qui ont parfaitement levé; et nous pouvons espérer que bientôt cette espèce intéressante embellira les jardins des amateurs.

Caractère naturel. — Racine cylindrique, d'abord pivotante, se divisant ensuite en plusieurs branches qui tracent à la surface du terrain, et qui sont munies d'un grand nombre de chevelus.

Feuilles séminales, palmées ou divisées en cinq lobes inégaux; le moyen et les deux extérieurs plus longs.

Tige arborescente, cylindrique, très-rameuse, recouverte d'une écorce épaisse dont l'épiderme est cendré et plus lisse que dans les autres espèces.

Branches alternes, cylindriques, très-rameuses, recouvertes dans leur partie supérieure d'un duvet épais et cendré qui s'enlève facilement, lorsqu'on passe le doigt dessus; les inférieures horizontales, les moyennes et les supérieures droites ou presque droites et plus courtes.

Rameaux presque sur deux rangs opposés, de la forme des branches, et de la même couleur.

Boutons ovales, tomenteux, d'un vert cendré.

Feuilles arrondies, en cœur à leur base, inégalement dentées en scie et souvent sinuées sur leurs bords,

pointues à leur sommet, verticales, pétiolées, planes, relevées de nervures extrêmement rameuses; d'abord tomenteuses et d'un blanc de neige sur leurs deux surfaces, ensuite glabres et d'un vert sombre sur la surface supérieure, longues et larges de 9 à 10 centimètres.

Pétioles cylindriques, un peu renflés à leur base et à leur sommet, ouverts, tomenteux, environ du tiers de la longueur des feuilles.

Stipules opposées, linéaires et en lance, obtuses, membraneuses, droites, rayées, planes, tombant promptement, de la moitié de la longueur du pétiole, larges de 6 millimètres.

Inflorescence. — Fleurs disposées en un corymbe serré, d'abord d'un jaune soufre, ensuite blanchâtres, répandant une odeur semblable à celle de la jonquille, longues et larges d'un centimètre.

Pédoncule commun, naissant à côté du pétiole de la feuille, cylindrique, adhérent dans presque toute l'étendue de sa moitié inférieure à la nervure moyenne d'une bractée, libre et rejeté sur le côté dans sa partie supérieure, divisé à son sommet en plusieurs pédicules, tomenteux, à peu près de la longueur du pétiole des feuilles.

Bractée membraneuse, oblongue-obtuse, veinée, pubescente, un peu plus longue que le pédoncule, large de 8 millimètres.

Pédicules cylindriques à une fleur, munis chacun de deux bractées dans leur partie moyenne, presque

droits, tomenteux, environ du quart de la longueur du pédoncule.

Bractées presque opposées, linéaires, membraneuses, droites, pubescentes, tombant promptement, très-courtes.

Fructification. — Calice à cinq divisions ovales-aiguës, convexes et pubescentes en dehors, concaves et drapées intérieurement, traversées par une nervure longitudinale, presque droites, vertes à leur base, d'un blanc jaunâtre dans leur partie supérieure.

Corolle formée de cinq pétales oblongs, presque obtus, légèrement crénelés à leur sommet, écailleux à leur base intérieure, presque droits, glabres, d'un jaune pâle, un peu plus long que les divisions du calice.

Écailles en spatule, hypogynes opposées aux pétales, de la couleur de la corolle et un peu plus courtes.

Filets des étamines, filiformes, droits avant l'émission du pollen, ensuite contournés, d'un blanc de neige, de la longueur des écailles; anthères arrondies, droites, à deux loges, creusées de quatre sillons, s'ouvrant sur les sillons latéraux, d'un jaune doré; pollen de la couleur des anthères.

Ovaire ovale, tomenteux, blanchâtre; style cylindrique, glabre, d'un blanc jaunâtre, saillant ou plus long que la fleur; stigmate dilaté, à cinq lobes, de la couleur du style.

Noix ovale, coriace, relevée de cinq côtes peu saillantes, tomenteuse, de couleur cendrée.

L'espèce que nous venons de décrire présente plusieurs avantages qui lui feront sans doute obtenir la préférence pour l'ornement des jardins. Ses feuilles, plus épaisses et plus charnues, résistent mieux aux chaleurs de l'été; elles procurent, par leur situation verticale, un abri impénétrable aux ardeurs du soleil. La blancheur de leur surface inférieure, le vert sombre de leur surface supérieure, et la couleur dorée des fleurs, forment un contraste qui charme la vue. Nous pouvons encore ajouter que les fleurs sont plus nombreuses que dans les autres espèces, qu'elles répandent une odeur plus suave, et qu'elles durent plus longtemps.

T. *Heterophylla.* — Foliis ovatis, argutè serratis, basi nunc cordatis, nunc obliquè aut æqualiter truncatis, subtùs tomentosis; nuce pisiformi.

Cette espèce, que Fraser et Michaux ont trouvée dans la basse Caroline, et qui doit exister aussi dans le Maryland, puisque nous avons vu dans l'*Herbier* du citoyen Lamarck quelques échantillons qui proviennent de cette contrée, diffère de la précédente par un grand nombre de caractères.

Les jeunes pousses et les boutons sont d'un pourpre noirâtre et presque glabres. Les feuilles, d'une forme ovale, tantôt échancrées à leur base, tantôt tronquées obliquement ou sur le même plan, finement dentées en scie et pointues à leur sommet, sont glabres et d'un

vert sombre en dessus, drapées, d'un blanc de neige en dessous et munies d'une petite touffe de poils roussâtres dans les points d'où partent les nervures latérales. Les pédoncules sont trois fois plus longs que ceux du *tilia rotundifolia*. Les fruits sont globuleux, à peu près de la grosseur d'un pois, relevés de cinq nervures, entre lesquelles il en est d'autres moins saillantes, qu'on aperçoit néanmoins sans avoir recours à la loupe.

Cet arbre, qui se trouve plus particulièrement dans les parties maritimes de la Virginie et de la Caroline, ne s'élève qu'à la hauteur de nos arbres fruitiers.

Observations.

Le tilleul se plaît en général dans les terres qui ont beaucoup de fond, qui sont plus légères que fortes, et qui sont un peu humides. L'espèce que nous avons nommée *platyphyllos* est employée depuis plusieurs années, ainsi que sa variété, à l'ornement des jardins; et comme on peut les tondre sans aucun danger, on en forme de belles allées.

On multiplie ordinairement le tilleul de marcottes, et on greffe avec succès les espèces étrangères sur celles qui croissent dans nos climats. Il est peu d'arbres qui présentent autant d'objets d'utilité dans toutes leurs parties. L'écorce est employée à faire des cordes, et les parties intérieures de cet organe fournissent aux pêcheurs de la Suède des nasses pour prendre le poisson, et aux bergers de la Carniolie et de quelques autres contrées,

une toile, à la vérité grossière, mais qui leur sert néanmoins pour se soustraire aux injures de l'air (1). Le citoyen Michaux nous a appris qu'on faisoit du papier, dans l'état du Connecticut, avec le liber du *tilia glabra*. Les sculpteurs préfèrent le tilleul au peuplier, parce que son bois se coupe mieux, et qu'il est moins exposé aux piqûres des vers. Comme il est aussi très-léger, on en fait du charbon qui est très-propre à la fabrication de la poudre à canon. La sève du tilleul est aussi abondante que celle du bouleau et de l'érable; et de célèbres naturalistes ont pensé qu'on pourroit, par des ébullitions et des clarifications répétées, en extraire du sucre (2).

Les habitans de la Suède, de la Norvége, de la Carniolie, de la Suisse, etc. ramassent avec soin les feuilles du tilleul, pour la nourriture des troupeaux : ils les donnent également aux bestiaux; mais Linnæus a observé qu'elles communiquoient une mauvaise qualité au lait des vaches (3).

Les fleurs de toutes les espèces de tilleuls répandent une odeur agréable; elles contiennent la liqueur précieuse dont les abeilles composent leur miel. Cette substance est très-abondante en Lithuanie, parce qu'il existe une grande quantité de tilleuls dans les forêts de cette partie de la Pologne.

Les fruits du tilleul ont été long-temps regardés

(1) Linn. *It. OEland.*. 44 et 63, *Scand.* 50.
(2) Adans. *Fam. des pl.* vol. II, p. 380.
(3) *Iter. Scand.* 256.

comme ne pouvant être d'aucun usage. Missa, médecin de la faculté de Paris, est le premier qui découvrit qu'ils avoient une propriété qu'on étoit bien loin de soupçonner. En triturant des fruits de tilleul mêlés avec quelques-unes de ses fleurs, ce savant obtint un beurre qu'il disoit être parfaitement semblable au chocolat, ayant le même goût et donnant la même pâte que le cacao. Les étrangers accueillirent cette découverte avec plus d'intérêt que ne le firent alors les Français. Frédéric le grand engagea Margraff à vérifier les observations du médecin français. Le chimiste prussien fit plusieurs expériences qui lui démontrèrent qu'à la vérité on pouvoit obtenir des graines du tilleul une espèce de chocolat; mais que ce chocolat, préparé selon les procédés de Missa, ne pouvoit jamais durcir comme celui du cacao, qu'il devenoit plutôt rance (1), et qu'il en différoit beaucoup quant à la consistance, quant au goût et quant à l'odeur. Les expériences de Margraff prouvent sans doute que la découverte du médecin français n'étoit pas aussi importante que le croyoit son auteur; néanmoins j'ai cru devoir la rappeler, parce qu'il pourroit se faire qu'en employant les graines de quelques-unes des espèces d'Amérique, on parvînt peut-être à réaliser les espérances que Missa avoit conçues.

(1) *Mém. de l'Acad. de Berlin*, 1772, p. 3, et *Journ. de phys.* avril 1779, t. XIII, p. 245.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Pl. I, fig. 1. — *Tilia mycrophylla.*

a. Fruit coupé transversalement.

Fig. 2. — *Tilia platyphyllos.*

a. Fleur entière.
b. Calice renversé, un pétale, quelques étamines, pistil.
c. Fruit coupé transversalement.

Pl. II. — *Tilia glabra.*

a. Feuilles séminales.
b. Fruit entier.
c. Fruit coupé transversalement.

Pl. III. — *Tilia pubescens.*

a. Fruit entier.
b. Fruit coupé transversalement.

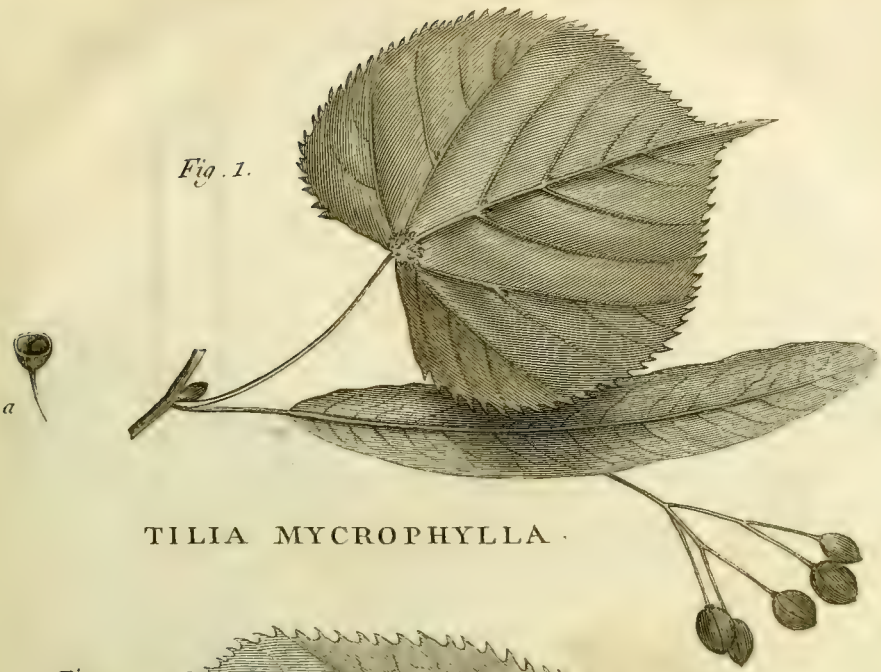
Pl. IV. — *Tilia rotundifolia.*

a. Fleur entière.
b. Calice renversé, un pétale et un nectaire, quelques étamines, pistil.
c. Ovaire coupé transversalement, à 5 loges.
d. Fruits.
e. Deux fruits coupés transversalement, l'un disperme et l'autre monosperme.

Pl. V. — *Tilia heterophylla.*

a. Fruit entier.
b. Fruit coupé transversalement.

Fig. 1.



TILIA MYCROPHYLLA.

Fig. 2.

TILIA PLATYPHYLLOS

Malevre Sc.

Maleuvre sc.

TILIA GLABRA.

Malleuvre sc

TILIA PUBESCENS.

Maleuvre s.

Maleuvre Jc

Memoire de l'Institut 1re Cl. Tom. 4. Pag. 20. Pl. IV

TILIA ROTUNDIFOLIA.

Malouvre sc

TILIA HETEROPHYLLA.

M.Lemire Sc

RECHERCHES

Sur l'intégration des équations différentielles partielles, et sur les vibrations des surfaces,

Par le citoyen Biot, associé.

Lu le premier prairial an 8.

J'avois commencé à m'occuper des recherches que renferme ce mémoire, lorsque les circonstances me rapprochèrent du citoyen Brisson, ingénieur des ponts et chaussées. Je lui proposai de prendre part à mon travail, et j'aurai soin de désigner la partie à laquelle il a le plus contribué.

Le calcul des équations différentielles partielles a été, depuis son invention, l'objet des travaux des plus grands géomètres; mais, malgré l'étendue de leurs découvertes, il reste encore dans cette partie du calcul intégral beaucoup de recherches à faire et de difficultés à éclaircir. Je me suis proposé de résoudre quelques-unes de ces questions qui sont relatives à la généralité que comportent les intégrales des équations différentielles partielles.

Je commence par démontrer qu'une équation différentielle partielle d'un ordre quelconque, entre un

nombre quelconque de variables, est toujours susceptible d'une intégrale exprimée par une suite finie ou infinie, et complétée par un nombre de fonctions arbitraires égal à l'indice de l'ordre de l'équation : chacune de ces fonctions comprenant autant de quantités indépendantes entre elles qu'il y a dans la proposée de variables, moins deux ; ce qui fixe l'étendue que doivent avoir les intégrales générales. On parvient à ce résultat en développant la valeur de la variable principale en série au moyen du théorème de Taylor, et la généralité qu'elle comporte se trouve démontrée par l'indétermination d'un nombre convenable des premiers termes de la série.

Ces développemens sont d'une importance d'autant plus grande qu'il est souvent impossible d'exprimer en termes finis l'intégrale générale, et c'est ce qui arrive sur-tout au-delà de trois variables. Pour le faire voir, je considère les conditions nécessaires pour l'indépendance des quantités qui doivent entrer sous les fonctions arbitraires lorsque l'intégrale générale est exprimée en termes finis ; et j'en déduis, entre les coefficiens de l'équation proposée, des relations sans lesquelles cette circonstance ne sauroit avoir lieu. Je donne la manière d'obtenir ces conditions, et la loi suivant laquelle elles se multiplient.

Lorsque l'intégrale générale est impossible en termes finis, on peut encore obtenir des intégrales particulières qui jouissent de cette propriété, et qui ont avec l'intégrale générale des rapports très-intimes. Mais quand on

veut se borner à des solutions de ce genre, on peut en obtenir une infinité en arrêtant ou sommant la série qui est le développement de la variable principale, et l'on y parvient en déterminant convenablement les fonctions arbitraires qui entrent dans ce développement. Ces procédés sont sur-tout applicables aux équations linéaires, dont les coefficiens ne renferment pas toutes les variables indépendantes. Lorsqu'on a ainsi une intégrale particulière dans laquelle se trouvent une ou plusieurs quantités constantes ou variables, qui n'entrent pas dans les coefficiens de la proposée, celle-ci étant linéaire, on peut, en différenciant et en intégrant autant de fois que l'on voudra par rapport à ces quantités, obtenir un nombre infini d'intégrales particulières dont les sommes et les différences de tous les ordres satisferont encore à la proposée.

Pour montrer par un exemple l'usage de ces recherches, je les applique à la détermination des mouvemens des surfaces vibrantes et des plans en particulier.

En considérant les vibrations des cordes sonores, les physiciens et les géomètres ont découvert et expliqué plusieurs phénomènes intéressans relatifs à la formation du son et à la figure que prennent les cordes pendant le mouvement. Les vibrations des surfaces, non moins intéressantes à connoître, mais beaucoup plus difficiles à déterminer, sont également dignes de l'attention des observateurs; cependant il n'existe que très-peu de recherches analytiques sur cette matière. Euler paroît

être le premier qui s'en soit occupé. Dans les *Mémoires de Pétersbourg*, tome X, il a considéré en particulier les vibrations d'un tambour plan rectangulaire; mais la difficulté des intégrations, et même leur impossibilité en termes finis, ne lui ont pas permis d'obtenir des résultats comparables à l'expérience. Pour parvenir aux équations de ces mouvemens, il considère le tambour comme composé de fils qui se croisent à angles droits. Il obtient par les procédés ordinaires les vibrations de ces fils, et rapprochant leur intervalle, il en compose la surface vibrante. Cette manière d'envisager le problème est assurément très-ingénieuse, mais elle est peut-être plus satisfaisante pour la géométrie que pour la physique; car on pourroit douter qu'une surface composée d'élémens superficiels quelconques dût vibrer comme feroit une toile ou un réseau dont les fils seroient infiniment rapprochés. Cependant cette hypothèse est exacte; car j'ai été conduit, indépendamment de toute supposition particulière, à la même équation qu'Euler.

Ce grand géomètre s'est aussi occupé des vibrations des cloches; mais ses résultats, fondés sur des hypothèses qu'il n'a point légitimées, ne sont peut-être pas conformes à l'expérience.

Les recherches des physiciens sur les vibrations des surfaces ont été jusqu'à présent plus heureuses que celles des géomètres. M. Chladny a publié sur cet objet un grand nombre d'expériences fort belles, mais dont quelques-unes seulement me sont connues par ce qu'en ont dit les auteurs du *Bulletin des sciences*. Il

doit être d'ailleurs très-difficile de les soumettre utilement au calcul, car il paroît qu'elles ont lieu entre des limites variables. Si les travaux des analystes sur cette matière n'ont pas eu tout le succès qu'on en pouvoit attendre, c'est d'abord que cette question et beaucoup d'autres étoient extrêmement difficiles et peut-être impossibles à soumettre au calcul d'une manière directe, avant que l'on eût des méthodes uniformes et générales de mettre en équation tous les problèmes de mécanique. De plus, la difficulté des intégrations ne permettoit pas d'obtenir des résultats comparables aux expériences, et l'on n'a pu espérer d'éviter, au moins en partie, ces difficultés, que lorsqu'on a vu les résultats les plus épineux de la mécanique céleste déduits d'une même équation, dont l'intégrale générale n'est possible que par les séries.

A l'aide de ces principes je commence par établir d'une manière générale les équations du mouvement d'une surface quelconque vibrante. Considérant ensuite en particulier le cas où la surface est plane et l'élasticité constante, les limites étant fixes et les vibrations très-petites, j'obtiens, ainsi que je l'ai annoncé, la même équation qu'Euler dans les *Mémoires de Pétersbourg*.

Cette équation, qui est différentielle partielle du second ordre à quatre variables, ne satisfait pas aux conditions d'intégrabilité dont j'ai parlé plus haut, et par conséquent n'a point d'intégrale générale en termes finis ; elle est la même que celle qui détermine les mouvemens des ondes et les petites agitations de l'air. On connoît

son importance dans la mécanique céleste, et l'on doit regretter qu'embrassant un si grand nombre d'objets, elle ne soit généralement intégrable que par les séries. En lui appliquant les procédés que j'ai précédemment exposés, j'en déduis une infinité d'intégrales particulières très-étendues, et dans lesquelles se trouve comprise, comme un cas particulier, celle qu'a donnée Euler dans le mémoire que j'ai cité.

Reprenant ensuite la série qui est l'intégrale générale, j'y introduis les conditions relatives à l'immobilité des limites de la surface, que je suppose rectangulaire, et je fais voir que si l'on divise un des côtés du rectangle en un nombre quelconque de parties égales, et qu'au premier point de division on applique un chevalet parallèle aux côtés adjacens; la surface, pendant son mouvement, se partagera en autant de rectangles qu'il y a de divisions égales, et ces rectangles vibreront isolément, les côtés qui leur sont communs deux à deux restant en repos : d'où il suit que si l'on divise les deux côtés du rectangle en parties égales, et qu'au premier point de division, en partant du même angle, on applique deux chevalets parallèles chacun aux côtés adjacens du rectangle; ce qui déterminera dans toute l'étendue de celui-ci deux lignes fixes qui se croiseront à angles droits, la surface, pendant son mouvement, se partagera en carreaux qui vibreront isolément, les droites qui les terminent restant en repos; et le nombre de ces carreaux sera égal au produit des nombres de divisions faites sur chacun des côtés.

Je cherche ensuite à déterminer un temps après lequel tous les points de la surface reviennent simultanément à leur position primitive, et je trouve que cela ne sauroit avoir lieu indépendamment de la forme des fonctions arbitraires qui complètent l'intégrale; d'où il suit que ce temps dépend de la figure initiale de la surface : en sorte que les conditions relatives aux mouvemens et aux limites de la surface pourroient être remplies, sans qu'elle revînt jamais à son état primitif. On voit encore, par cette analyse, que si la surface revient une seule fois à cet état, elle y reviendra toujours après des intervalles de temps égaux. Les résultats précédens, quoiqu'obtenus par la considération des séries, n'en ont pas moins toute l'exactitude nécessaire, parce qu'ils reposent seulement sur la forme de ces séries, et nullement sur leur convergence. Cette dernière partie de mon travail m'est commune avec le citoyen Brisson.

I.

Considérons l'équation différentielle partielle de l'ordre m entre n variables, et concevons qu'on en ait tiré la valeur du coefficient $\frac{d^m z}{dx^m}$ que nous supposerons y entrer. Si l'on représente par $z_,$, $\frac{dz_,}{dx}$, $\frac{d^2 z_,}{dx^2}$, $\frac{d^3 z_,}{dx^3}$, etc. ce que deviennent z et ses coefficiens différentiels relatifs à x quand on y fait $x = 0$, on aura en général, par le théorème de Taylor,

$$z = z_, + \frac{x}{1}\cdot\frac{dz_,}{dx} + \frac{x^2}{1.2}\cdot\frac{d^2 z_,}{dx^2} + \frac{x^3}{1.2.3}\cdot\frac{d^3 z_,}{dx^3} + \text{etc.}$$

L'équation proposée ne détermine ni $z_{,}$ ni $\frac{dz_{,}}{dx}$, $\frac{d^2z_{,}}{dx^2}$, $\frac{d^3z_{,}}{dx^3}$..... $\frac{d^{m-1}z_{,}}{dx^{m-1}}$; mais lorsque ces quantités sont connues, les valeurs de $\frac{d^mz_{,}}{dx^m}$, $\frac{d^{m+1}z_{,}}{dx^{m+1}}$, $\frac{d^{m+2}z_{,}}{dx^{m+2}}$, etc. s'en déduisent. Pour le faire voir, supposons que l'on ait

$$\frac{d^mz}{dx^m} = U$$

U ne renfermera de coefficiens différentiels de z relatifs à x que ceux qui sont inférieurs à l'ordre m. En faisant dans cette équation $x = 0$, on aura $\frac{d^mz_{,}}{dx^m}$ en fonction de $z_{,}$, $\frac{dz_{,}}{dx}$, $\frac{d^2z_{,}}{dx^2}$..... $\frac{d^{m-1}z_{,}}{dx^{m-1}}$ et des coefficiens différentiels de ces quantités, par rapport aux variables indépendantes différentes de x.

Soit maintenant en général

$$\frac{d^{m+k}z}{dx^{m+k}} = V \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

V ne contenant de coefficiens différentiels de z, par rapport à x, que ceux qui sont inférieurs à l'ordre m. En faisant $x = 0$ dans cette équation, on aura $\frac{d^{m+k}z_{,}}{dx^{m+k}}$ en fonction de $z_{,}$, $\frac{dz_{,}}{dx}$, $\frac{d^2z_{,}}{dx^2}$..... $\frac{d^{m-1}z_{,}}{dx^{m-1}}$ et des coefficiens différentiels de ces quantités, par rapport aux variables indépendantes différentes de x.

L'équation (1) étant différenciée par rapport à x, donnera

$$\frac{d^{m+k+1}z}{dx^{m+k+1}} = \frac{dV}{dx}$$

La différentiation introduira dans $\frac{dV}{dx}$ des termes où z se trouvera différencié m fois par rapport à x; mais on chassera ces termes au moyen de l'équation (1) et de ses différentielles par rapport aux autres variables indépendantes. Alors, en faisant $x = 0$ on aura

$$\frac{d^{m+k+1} z_{,}}{dx^{m+k+1}}$$

en fonction de $z_{,}$, $\frac{dz_{,}}{dx}$, $\frac{d^2 z_{,}}{dx^2}$..... $\frac{d^{m-1} z_{,}}{dx^{m-1}}$ et des coefficiens différentiels de ces quantités par rapport aux variables indépendantes différentes de $x_{,}$. De là et de ce qui précède, il résulte que les quantités $\frac{d^m z_{,}}{dx^m}$, $\frac{d^{m+1} z_{,}}{dx^{m+1}}$, $\frac{d^{m+2} z_{,}}{dx^{m+2}}$..... $\frac{d^{m+k} z_{,}}{dx^{m+k}}$, k étant un nombre entier positif quelconque, seront données en fonction de

$$z_{,}, \quad \frac{dz_{,}}{dx}, \quad \frac{d^2 z_{,}}{dx^2}, \quad \frac{d^3 z_{,}}{dx^3}..... \quad \frac{d^{m-1} z_{,}}{dx^{m-2}}$$

et des coefficiens différentiels de ces dernières par rapport aux variables indépendantes différentes de x. Par conséquent l'équation différentielle partielle proposée ne détermine pas ces quantités, mais seulement la manière dont les autres termes de la valeur de z s'en déduisent. On doit donc regarder $z_{,}$, $\frac{dz_{,}}{dx}$, $\frac{d^2 z_{,}}{dx^2}$..... $\frac{d^{m-1} z_{,}}{dx^{m-1}}$ comme autant de fonctions arbitraires distinctes des $n - 1$, variables indépendantes différentes de x.

Ceci suppose que $\frac{d^{n+i}z}{dx^{n+i}}$ ne devient pas infini par la supposition de $x = 0$. Si cela arrivoit, on feroit

$$x = x_{,} + h$$

$x_{,}$ étant une nouvelle variable, et h une constante indéterminée. On développeroit par rapport à $x_{,}$, et l'indéterminée h pourroit toujours être prise de manière que $\frac{d^{m+i}z}{dx^{n+i}}$ ne devînt pas infini par la supposition de $x = 0$.

Il pourroit encore arriver que le coefficient différentiel $\frac{d^m z}{dx^m}$ n'entrât pas dans l'équation proposée, quoique celle-ci fût cependant de l'ordre m : alors, par une simple transformation des variables indépendantes, on rameneroit l'équation à la forme que nous avons considérée. Il suffiroit, par exemple, de faire

$$x = mu + nv + \ldots \text{ etc.} \quad y = m'u + n'v + \ldots \text{ etc.}$$

m, n, m', n', etc. étant des constantes prises à volonté, telles cependant qu'il n'en résulte aucune relation entre les variables x, y, qui doivent rester indépendantes.

Nous conclurons de ce qui précède, qu'*en général une équation différentielle partielle de l'ordre m entre n variables, est toujours susceptible d'être intégrée par une suite finie ou infinie complétée par un nombre m de fonctions arbitraires distinctes, comprenant chacune* $n - 2$ *variables*. En faisant $n = 2$, ces fonctions

deviennent des constantes arbitraires, et l'équation différentielle proposée n'est plus qu'entre deux variables; ce qui est conforme à la théorie de ces équations.

Les raisonnemens que nous avons faits par rapport à x s'appliqueroient également à chacune des autres variables, et conduiroient à de nouveaux développemens.

II.

MAINTENANT que nous avons prouvé en général la possibilité de représenter par des séries les intégrales générales des équations différentielles partielles, nous pourrons employer pour obtenir ces séries la méthode la plus commode, suivant les différens cas qui pourront arriver; car la marche que nous avons suivie pour établir leur existence n'est pas toujours le moyen le plus simple de les former, et l'on y parvient souvent avec plus de facilité, en faisant usage des coefficiens indéterminés. C'est ainsi que le citoyen Lagrange a trouvé la série qui est l'intégrale générale de l'équation

$$\frac{d^2 z}{dx^2} + \frac{d^2 z}{dy^2} + \frac{d^2 z}{dt^2} = 0$$

La considération de ces développemens est d'autant plus importante qu'il est souvent impossible d'exprimer en termes finis les intégrales générales des équations différentielles partielles. Le citoyen Laplace a prouvé cette impossibilité pour les équations linéaires du second ordre entre trois variables; et il est naturel de penser

qu'en multipliant le nombre de ces dernières, on trouveroit des conditions analogues : mais il s'en présente encore dans ce cas de nouvelles, relatives à l'indépendance mutuelle des quantités qui entrent sous les fonctions arbitraires. C'est ce que nous allons examiner.

Nous admettrons que l'intégrale générale d'une équation différentielle partielle linéaire, peut toujours être ramenée à ne contenir que sous forme linéaire les fonctions arbitraires qui doivent la compléter. On peut aisément prouver cette proposition en généralisant la démonstration qu'en a donnée le citoyen Laplace pour le cas de trois variables. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1773.)

III.

Considérons d'abord l'équation différentielle partielle linéaire du second ordre à quatre variables,

$$A\frac{d^2z}{dt^2} + B\frac{d^2z}{dx^2} + C\frac{d^2z}{dy^2} + D\frac{d^2z}{dt\,dx} + E\frac{d^2z}{dt\,dy} + F\frac{d^2z}{dx\,dy} + G\frac{dz}{dt} + H\frac{dz}{dx} + K\frac{dz}{dy} + Lz = U,$$

A, B, C, U étant des fonctions données des trois variables t, x, y.

Soit $z = M$ l'intégrale générale de cette équation supposée possible en termes finis : M devra contenir en termes finis, et sous forme linéaire, deux fonctions

arbitraires chacune de deux quantités, fonctions que nous représenterons par $\Psi(u, v)$; $\Gamma(u', v')$; u, v, u' et v' ne contenant que x, y, t. Faisons abstraction d'une de ces fonctions, de Γ par exemple, et supposons que m et n soient les ordres les plus élevés des différentielles de la fonction Ψ qui entrent dans M. Si l'on fait

$$\frac{d^{m+n}\,\Psi(u, v)}{du^m\,dv^n} = \pi(u, v)$$

π étant une nouvelle fonction arbitraire, et qu'à l'aide de cette équation on élimine Ψ de la quantité M, celle-ci ne contiendra plus la fonction π sous les signes de différentiation, mais elle pourra et devra même en général la contenir sous les signes d'intégration.

Cela posé nous ferons, pour plus de simplicité,

$$\begin{aligned}
\int du.\ \pi(u, v) &= \pi_1 \\
\int dv.\ \pi(u, v) &= {}_1\pi \\
\iint du^2.\ \pi(u, v) &= \pi_2 \\
\int du \int dv.\ \pi(u, v) &= {}_1\pi_1 \\
\iint dv^2.\ \pi(u, v) &= {}_2\pi, \text{ etc.}
\end{aligned}$$

et en général

$$\int du^i \int dv^h.\ \pi(u, v) = {}_h\pi_i$$

h et i étant des nombres entiers, et les signes d'intégration relatifs à u et à v se superposant un nombre de fois égal à l'exposant des différentielles de chacune de ces quantités.

Considérons maintenant un terme de M dans lequel

une des fonctions ${}_h\pi_i$ soit engagée sous les signes d'intégration de la manière suivante :

$$\int V dx\ {}_h\pi_i$$

en représentant par $'V$ la quantité $\frac{V}{\frac{dv}{dx}}$, on aura

$$\int V dx\ {}_h\pi_i = {}'V\ {}_h\pi_{i+1} - \int \left(\frac{d'V}{dx}\right) dx\ {}_h\pi_{i+1}$$

En faisant pareillement $\frac{d'V}{dx} \cdot \frac{1}{\frac{dv}{dx}} = {}''V$, on aura

$$\int \left(\frac{d'V}{dx}\right) dx\ {}_h\pi_{i+1} = {}''V\ {}_h\pi_{i+2} - \int \left(\frac{d''V}{dx}\right) dx\ {}_h\pi_{i+2}$$

On pourra donc réduire $\int V dx\ {}_h\pi_i$ en une série finie ou infinie de la forme suivante :

$$\int V dx\ {}_h\pi_i = {}'V\ {}_h\pi_{i+1} - {}''V\ {}_h\pi_{i+2} + {}'''V\ {}_h\pi_{i+3} + \text{etc.}$$

Si le signe d'intégration étoit relatif à la variable y ou t, on opéreroit, par rapport à cette dernière, comme nous venons de le faire par rapport à x. Il est visible d'ailleurs que l'on auroit pu employer à l'égard de u les procédés que nous venons d'employer à l'égard de v : alors les termes du développement eussent été de la forme ${}^{f}V\ {}_{h+f}\pi_i$; et l'on doit observer qu'une au moins des quantités u et v doit être fonction de la variable à laquelle se rapporte le signe d'intégration, car sans cela la quantité ${}_h\pi_i$ sortiroit de dessous ce signe, indépendamment des intégrations par parties.

Maintenant, si la quantité $\int V dx\ {}_h\pi_i$, multipliée

par un coefficient variable, se trouvoit elle-même enveloppée sous un nouveau signe d'intégration relatif à une quelconque des variables indépendantes t, x, y, en réduisant cette quantité en série, comme nous venons de le faire, chacun des termes du développement, reporté sous le nouveau signe d'intégration, reproduiroit une quantité de même forme que celle que nous venons d'examiner, et qui pourroit par conséquent être développée de la même manière.

Les raisonnemens précédens s'appliqueront ainsi à tous les termes qui composent la valeur de z supposée possible en termes finis; d'où il suit que cette valeur pourra être développée en une série finie ou infinie de la forme suivante :

$$\begin{aligned} z = H_1 + \alpha\pi(u,v) + \beta\pi_1 + \gamma\pi_2 + \ldots\ldots \theta\pi_i + \text{etc.} \\ + {}^1\beta_1\pi + {}^1\gamma_1\pi_1 + \ldots\ldots {}^1\theta_1\pi_{i-1} \\ + {}^2\gamma_2\pi + \ldots\ldots {}^2\theta_2\pi_{i-2} \\ + \text{etc.} \\ + {}^{i-1}\theta_{i-1}\pi_1 \\ + {}^i\theta_i\pi \end{aligned}$$

Supposons, pour plus de généralité, que tous les coefficiens

$$\alpha;\ \beta,\ {}^1\beta;\ \gamma,\ {}^1\gamma,\ {}^2\gamma\ldots\ldots \text{ etc. jusqu'à } \theta,\ {}^1\theta,\ {}^2\theta\ldots\ldots\ {}^i\theta$$

exclusivement soient nuls, ceux-ci et les suivans pouvant d'ailleurs être quelconques. Faisons de plus

$$i\pi_i = \varphi(u, v)$$

φ étant une nouvelle fonction arbitraire, et la valeur de z deviendra

$$\begin{aligned} z = H_1 &+ \theta\ {}_{-i}\varphi + \lambda\ {}_{-i}\varphi_1 + \text{etc.} \\ &+ {}^1\theta\ {}_{-i+1}\varphi_{-1} + {}^1\lambda\ {}_{-i+1}\varphi \\ &+ {}^2\theta\ {}_{-i+2}\varphi_{-2} + {}^2\lambda\ {}_{-i+2}\varphi_{-1} \\ &+ \text{etc.} + \text{etc.} \\ &+ {}^{i-1}\theta\ {}_{+1}\varphi_{-i+1} + {}^{i-1}\lambda\ {}_{-1}\varphi_{-i+2} \\ &+ {}^i\theta\ \varphi_{-i} + {}^i\lambda\ \varphi_{-i+1} \\ &\quad + {}^{i+1}\lambda\ {}_{+1}\varphi_{-i} \end{aligned}$$

les indices négatifs de φ désignant des différentiations.

Si l'on forme la valeur de $\frac{d^2 z}{dt^2}$, et qu'on représente par U l'assemblage de tous les termes de cette valeur dans lesquels la somme des indices de φ est plus grande que $-(i+2)$, on aura

$$\begin{aligned} \frac{d^2 z}{dt^2} = U_1 &+ \theta \left[{}_{-i}\varphi_{-2} \frac{du^2}{dt^2} + 2\ {}_{-i-1}\varphi_{-1} \frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dt} \right. \\ &\qquad \left. + {}_{-i-2}\varphi \frac{dv^2}{dt^2} \right] \\ &+ {}^1\theta \left[{}_{-i+1}\varphi_{-3} \frac{du^2}{dt^2} + 2\ {}_{-i}\varphi_{-2} \frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dt} \right. \\ &\qquad \left. + {}_{-i-1}\varphi_{-1} \frac{dv^2}{dt^2} \right] \\ &+ {}^2\theta \left[{}_{-i+2}\varphi_{-4} \frac{du^2}{dt^2} + 2\ {}_{-i+1}\varphi_{-3} \frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dt} \right. \\ &\qquad \left. + {}_{-i}\varphi_{-2} \frac{dv^2}{dt^2} \right] \\ &+ \text{etc.} \\ &+ {}^i\theta \left[\varphi_{-i-2} \frac{du^2}{dt^2} + 2\ {}_{-1}\varphi_{-i-1} \frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dt} \right. \\ &\qquad \left. + {}_{-2}\varphi_{-i} \frac{dv^2}{dt^2} \right] \end{aligned}$$

En faisant dans cette équation les changemens convenables, on formera les valeurs de $\frac{d^2z}{dx^2}$, $\frac{d^2z}{dy^2}$. On aura de même

$$\frac{d^2z}{dt.dx} = V_1 + \theta\left[{}_{-i}\varphi_{-2}\ \frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + {}_{-i-1}\varphi_{-1}\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dx} + \frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dx}\right) + {}_{-i-2}\varphi\ \frac{dv}{dt}\cdot\frac{dv}{dx}\right]$$
$$+ {}^1\theta\left[{}_{-i+1}\varphi_{-3}\ \frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + {}_{-i}\varphi_{-2}\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dx} + \frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dx}\right) + {}_{-i-1}\varphi_{-1}\ \frac{dv}{dt}\cdot\frac{dv}{dx}\right]$$
$$+ {}^2\theta\left[{}_{-i+2}\varphi_{-4}\ \frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + {}_{-i+1}\varphi_{-3}\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dx} + \frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dx}\right) + {}_{-i}\varphi_{-2}\ \frac{dv}{dt}\cdot\frac{dv}{dx}\right]$$
$$+ \text{ etc.}$$
$$+ {}^i\theta\left[\varphi_{-i-2}\ \frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + {}_{-1}\varphi_{-i-1}\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dx} + \frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dx}\right) + {}_{-2}\varphi_{-i}\ \frac{dv}{dt}\cdot\frac{dv}{dx}\right]$$

V_1 représentant l'assemblage des termes dans lesquels la somme des indices de φ surpasse $-(i+2)$. En faisant dans cette équation les changemens convenables, on formera les valeurs de $\frac{d^2z}{dt\,dy}$, $\frac{d^2z}{dx\,dy}$; celles de $\frac{dz}{dt}$, $\frac{dz}{dx}$, $\frac{dz}{dy}$ ne donneront point de termes de l'ordre de $-(i+2)$.

Cela posé, si l'on substitue ces valeurs dans l'équation différentielle partielle proposée, il faudra, pour la généralité de l'intégrale, que la fonction φ et celles

qui en dérivent par la différentiation ou l'intégration, restent entièrement arbitraires et indépendantes entre elles : or c'est ce qui ne sauroit avoir lieu à l'égard de φ_{-i-2} et de ${}_{-i-2}\varphi$, à moins qu'on ne pose les deux équations suivantes :

$$A\frac{du^2}{dt^2} + B\frac{du^2}{dx^2} + C\frac{du^2}{dy^2} + D\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + E\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dy} + F\frac{du}{dx}\cdot\frac{du}{dy} = 0 \ldots \text{(A)}$$

$$A\frac{dv^2}{dt^2} + B\frac{dv^2}{dx^2} + C\frac{dv^2}{dy^2} + D\frac{dv}{dt}\cdot\frac{dv}{dy} + E\frac{dv}{dt}\cdot\frac{dv}{dy} + F\frac{dv}{dx}\cdot\frac{dv}{dy} = 0 \ldots (A_1)$$

Lorsque l'on aura effacé les termes que ces équations font évanouir, il faudra, pour que les autres fonctions de l'ordre $-(i+2)$ restent indépendantes et arbitraires, poser l'équation

$$2A\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dt} + 2B\frac{du}{dx}\cdot\frac{dv}{dx} + 2C\frac{du}{dy}\cdot\frac{dv}{dy} + D\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dx} + \frac{dv}{dt}\cdot\frac{dv}{dx}\right) + E\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dy} + \frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dy}\right) + F\left(\frac{du}{dx}\cdot\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}\cdot\frac{dv}{dy}\right) = 0 \ (A_2)$$

Il faut bien observer que ces trois équations sont absolument nécessaires pour l'indépendance et l'indétermination des fonctions de l'ordre $-(1+2)$; en sorte que les relations qu'elles établissent ne sont pas le

résultat d'une décomposition faite à volonté, mais naissent immédiatement, et d'une manière nécessaire, de l'état de la question. On remarquera encore que si quelques-unes des quantités θ, $^1\theta$ étoient nulles, les trois équations précédentes n'en seroient pas moins indispensables pour faire disparoître les termes de l'ordre $-(1+2)$.

IV.

En prenant dans les équations (A), (A_1) les valeurs de $\frac{du}{dt}$, $\frac{dv}{dt}$, et les substituant dans l'équation (A_2), on arrive à ce résultat:

$$(AF^{-2}+BE^{-2}+CD^{-2}-DEF-4ABC)\left(\frac{du}{dy}\cdot\frac{dv}{dx}-\frac{dv}{dy}\cdot\frac{du}{dx}\right)^2=0$$

on aura de même

$$(AF^{-2}+BE^{-2}+CD^{-2}-DEF-4ABC)\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dx}-\frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dx}\right)^2=0$$

$$(AF^{-2}+BE^{-2}+CD^{-2}-DEF-4ABC)\left(\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dy}-\frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dy}\right)^2=0$$

Cette dernière est toujours comportée par les deux précédentes. Elles auront lieu toutes trois d'elles-mêmes et sans établir de relation entre u et v, si l'on a entre les coefficiens de la proposée l'équation

$$AF^{-2}+BE^{-2}+CD^{-2}-DEF-4ABC=0.... \quad (B)$$

Pour savoir à quoi tient cette circonstance, il faut observer que, lorsqu'elle a lieu, les équations (A), (A_1) sont décomposables en facteurs du premier degré, par rapport aux quantités $\frac{du}{dt}$. $\frac{du}{dx}$..... $\frac{dv}{dt}$. $\frac{dv}{dx}$..... en sorte qu'elles peuvent être mises sous la forme

$$\left(a\frac{du}{dt}+b\frac{du}{dx}+c\frac{du}{dy}\right)\left(a'\frac{du}{dt}+b'\frac{du}{dx}+c'\frac{du}{dy}\right)=0$$
$$\left(a\frac{dv}{dt}+b\frac{dv}{dx}+c\frac{dv}{dy}\right)\left(a'\frac{dv}{dt}+b'\frac{dv}{dx}+c'\frac{dv}{dy}\right)=0$$

a, b, c, a', b', c', étant fonctions des coefficiens de la proposée. Or il est aisé de s'assurer qu'en représentant par M, N, M', N' ces facteurs, ce qui donne

$$M\,N=0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (A)$$
$$M'\,N'=0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (A_1)$$

l'équation (A_2) prendra la forme suivante:

$$MN'+M'N=0$$

d'où l'on voit qu'elle sera satisfaite en vertu des deux précédentes, si l'on fait en même temps

$$M=0 \qquad M'=0$$

ou bien

$$N=0 \qquad N'=0$$

et, dans l'un et l'autre cas, les deux quantités u et v, qui entrent sous la fonction φ, peuvent être déterminées sans qu'il existe de relations entre elles qui les rendent fonctions l'une de l'autre; de manière que la

possibilité de l'intégrale générale en termes finis ne dépend plus que des conditions relatives aux autres termes qui la composent; conditions qui limiteront, s'il est nécessaire, la trop grande généralité qu'auroient les quantités u et v d'après les seules équations précédentes.

V.

Lorsque l'équation (B), que nous représenterons par

$$Q = 0$$

n'aura pas lieu entre les coefficiens de la proposée, il faut, d'après ce qui précède, que l'on fasse

$$\frac{du}{dy}\cdot\frac{dv}{dx} - \frac{dv}{dy}\cdot\frac{du}{dx} = 0$$
$$\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dx} - \frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dx} = 0$$
$$\frac{du}{dt}\cdot\frac{dv}{dy} - \frac{dv}{dt}\cdot\frac{du}{dy} = 0$$

Or, u et v étant des fonctions de x, y, t, on a en général

$$du = \frac{du}{dt}\,dt + \frac{du}{dx}\,dx + \frac{du}{dy}\,dy$$
$$dv = \frac{dv}{dt}\,dt + \frac{dv}{dx}\,dx + \frac{dv}{dy}\,dy$$

En mettant dans la valeur de dv celles de $\frac{dv}{dy}$, $\frac{dv}{dx}$, tirées des équations précédentes, il vient

$$dv = \left(\frac{dv}{dt}\right)\left(\frac{du}{dt}dt + \frac{du}{dx}dx + \frac{du}{dy}dy\right) \text{ ou } dv = \left(\frac{dv}{dt}\right)du$$
$$\left(\frac{du}{dt}\right) \qquad\qquad \left(\frac{du}{dt}\right)$$

ce qui donne

$$v = Fu$$

F désignant une fonction arbitraire, et les trois équations (A), (A_1), (A_2) se réduisent à la suivante:

$$A\frac{du^2}{dt^2} + B\frac{du^2}{dx^2} + C\frac{du^2}{dy^2} + D\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx}$$
$$+ E\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dy} + F\frac{du}{dx}\cdot\frac{du}{dy} = 0 \ldots \text{(A)}$$

La fonction $\varphi\,(u, v)$ n'est donc alors fonction que d'une seule quantité u, et non pas de deux quantités u et v indépendantes entre elles, comme il seroit nécessaire pour que l'intégrale de la proposée fût possible en termes finis.

On pourroit croire que la valeur de u étant donnée par une équation différentielle partielle du premier ordre à quatre variables, et comportant par-là même une fonction arbitraire de deux quantités, cette circonstance introduira dans la valeur de z la généralité convenable; mais on remarquera que la fonction arbitraire que u doit renfermer seroit elle-même engagée sous la fonction arbitraire $\varphi\,(u)$ dans la valeur de z: d'où il suit qu'en donnant à φ toutes les formes imaginables, et variant en même temps la fonction arbitraire de deux quantités qui entreroit dans u, on auroit une infinité de valeurs de z irréductibles entre elles,

et toutes complétées par une fonction arbitraire de deux quantités; et comme l'équation proposée est linéaire, on pourroit ajouter ces valeurs particulières, et former une valeur générale de z, comprenant une infinité de fonctions arbitraires de deux quantités; valeur qui ne pourroit être réduite sans perdre de son étendue : or cela n'est pas admissible pour les équations différentielles partielles du second ordre à quatre variables, dont les intégrales générales ne comportent que deux fonctions arbitraires chacune de deux quantités.

Il suit de là qu'en général la valeur de u est nécessairement limitée, et c'est ce qu'il étoit facile de prévoir, puisque nous n'avons considéré jusqu'à présent que les conditions relatives aux termes de z, qui sont de l'ordre $-(i+2)$.

Il existe cependant un cas dans lequel la valeur de u pourroit contenir une fonction arbitraire de deux quantités, et ne pas conduire à une valeur trop générale de z : ce seroit celui où l'on auroit $u = \mathrm{f}(\alpha, \beta)$, f désignant une fonction arbitraire; car cette valeur étant substituée dans $\varphi(u)$, les deux signes φ et f se superposeroient, et l'on pourroit avoir $\pi(\alpha, \beta)$ dans l'intégrale; ce qui lui donneroit la généralité convenable. Mais on observera que cette valeur de u ne peut provenir que d'une équation différentielle partielle linéaire. Or l'équation (A), qui détermine u, est élevée : donc la valeur précédente ne sauroit lui convenir, à moins qu'elle ne soit décomposable en facteurs du premier degré ; et c'est ce qui ne sauroit arriver, à

moins que l'on n'ait l'équation de condition $Q = 0$ entre les coefficiens de la proposée.

La valeur de u donnée par l'équation (A) étant limitée, ne contiendra au plus que des fonctions arbitraires d'une seule quantité; par conséquent la valeur de z qui en résultera ne contiendra pas de fonctions arbitraires de deux quantités, et n'aura pas l'étendue que comporte l'intégrale générale. On voit par là que le valeur de u, sans la limitation à laquelle elle est assujettie, donneroit une valeur de z trop générale, et conduit, après cette limitation, à une valeur de z trop particulière.

Nous conclurons de ce qui précède, que l'équation différentielle partielle linéaire du second ordre à quatre variables

$$\begin{aligned} A\frac{d^2z}{dt^2} + B\frac{d^2z}{dx^2} + C\frac{d^2z}{dy^2} + D\frac{d^2z}{dt.dx} \\ + E\frac{d^2z}{dt.dy} + F\frac{d^2z}{dx.dy} + G\frac{dz}{dt} \\ + H\frac{dz}{dx} + K\frac{dz}{dy} + Lz = U \end{aligned}$$

ne peut avoir d'intégrale générale en termes finis que lorsque l'on a entre ses coefficiens la relation exprimée par l'équation de condition suivante:

$$AF^{-2} + BE^{-2} + CD^{-2} - DEF - 4ABC = 0$$

quoique cette condition ne suffise pas à elle seule pour établir la possibilité de cette intégrale.

VI.

En généralisant la notation dont nous avons fait usage, on pourra étendre les recherches précédentes aux équations différentielles partielles linéaires de tous les ordres entre un nombre quelconque de variables. En effet, en supposant l'intégrale générale possible en termes finis, on pourra toujours, à l'aide des intégrations par parties, développer la valeur de la variable principale en une série analogue à celle que nous avons obtenue, et en déduire les valeurs des coefficiens différentiels, que l'on substituera dans la proposée. En se bornant ensuite, ainsi que nous l'avons fait, à la considération des termes dans lesquels les fonctions arbitraires sont affectées du plus petit nombre de signes d'intégration, on établira les conditions nécessaires pour l'indépendance de ces fonctions; ce qui donnera entre les quantités u, v, w, etc. qu'elles comprennent, des équations nécessaires pour la possibilité de l'intégrale générale en termes finis.

Si l'on représente par m l'ordre de la proposée, et par n le nombre des variables qui la composent, $n - 2$ sera le nombre des quantités qui devront entrer sous les fonctions arbitraires dans l'intégrale générale, et l'on aura par ce qui précède autant d'équations entre u, v, w, etc. qu'il y a de coefficiens différentiels de l'ordre m pour une fonction de $n - 2$ variables, c'est-à-dire

$$\frac{m+1.\ m+2.\ m+3.\ldots\ m+n-3}{1.\ 2.\ 3.\ldots\ n-3}$$

Ce nombre se réduit à 1 quand $n = 3$, m étant quelconque, et à $n - 2$ quand $m = 1$, n étant quelconque : d'où l'on voit que dans ces deux cas le nombre des conditions relatives aux quantités u, v, etc. qui entrent sous les fonctions arbitraires, est égal au nombre de ces quantités ; en sorte qu'il n'en résulte entre elles aucune espèce de dépendance. Mais lorsque m est plus grand que 1, et qu'en même temps n est plus grand que 3, le nombre des équations que l'on obtient entre u, v, w, etc. surpasse celui de ces quantités. D'où il suit qu'il existe pour ces cas des équations de condition qui doivent être satisfaites par les coefficiens de la proposée, ou par les valeurs de u, v, w, etc. qui se trouvent alors liées entre elles et dépendantes les unes des autres.

VII.

Pour le second ordre, quel que soit le nombre des variables, il suffit d'abord de considérer les trois équations relatives à deux quelconques des quantités u, v, w, etc. ; car les relations qu'elles établissent entre deux quelconques de ces quantités, ont également lieu entre toutes les autres combinées deux à deux. Lorsque l'équation relative à u seul est décomposable en facteurs simples du premier degré, celle qui détermine v, étant de la même forme, jouit de la même propriété. Alors, en représentant ces équations par les suivantes,

$$M\,N = 0$$
$$M'\,N' = 0$$

la troisième équation, relative à u et à v, prend la forme

$$MN' + M'N = 0$$

en sorte qu'elle peut être satisfaite en même temps que les deux autres, en posant

$$M = 0 \quad \text{et} \quad M' = 0$$

ou bien

$$N = 0 \quad \text{et} \quad N' = 0$$

Alors toutes les quantités u, v, w, dont le nombre est $n - 2$, sont données par une même équation différentielle partielle linéaire, et du premier degré $M = 0$ ou $N = 0$, dont l'intégrale comporte une fonction arbitraire de $n - 2$ quantités; et dans ce cas, les équations que nous considérons peuvent être toutes satisfaites sans que les quantités u, v, w soient dépendantes les unes des autres.

Pour que l'équation qui donne u soit décomposable en facteurs du premier degré, il faut qu'il existe entre les coefficiens de la proposée un nombre de conditions égal à $\frac{n-1.\ n-2.\ n-3}{1.\ 2.\ 3}$, et on obtiendra ces conditions en faisant successivement abstraction, dans l'équation en u, de $n - 4$ des variables indépendantes, et établissant, à chaque fois, entre les coefficiens des termes restans l'équation nécessaire pour que la décomposition en facteurs du premier degré soit possible.

Lorsque ces conditions ne sont pas toutes satisfaites, il faut nécessairement que les quantités u, v, w, etc.

soient fonctions les unes des autres; d'où il suit que, dans ce cas l'intégrale générale est impossible en termes finis.

En effet, le nombre des variables qui entrent dans la proposée étant n, le nombre des quantités u, v, w, etc. est $n - 2$, et il existe entre elles un nombre d'équations exprimé par $\frac{n-1.\ n-2}{2}$. On peut aisément déduire de ces dernières un nombre $\frac{n-2.\ n-3}{2}$ d'équations de même forme que celles que l'on obtiendroit en faisant successivement abstraction d'une des variables indépendantes x, y, etc. D'où il suit qu'on pourra enfin parvenir à plusieurs systèmes d'équations de même forme que celles qui ont lieu entre les coefficiens différentiels de u et de v dans le cas de quatre variables. On déduira donc de chacun de ces systèmes des équations analogues à celles du paragraphe IV, et qui ne pourront être satisfaites qu'en posant des équations de condition entre les coefficiens de la proposée, ou en établissant entre u, v, w, etc. des relations qui rendront ces quantités fonctions les unes des autres. Il résulte de cette marche que les équations de condition obtenues par ce procédé sont les mêmes que celles qui doivent avoir lieu pour que l'équation qui détermine n soit décomposable en facteurs du premier degré; par conséquent lorsque les conditions relatives à cette décomposition ne seront pas toutes satisfaites, l'intégrale générale de la proposée ne sera pas possible en termes finis : ce qui conduit à cette remarque importante,

qu'en ayant seulement égard aux conditions que nous venons d'exposer, le nombre des équations différentielles partielles linéaires qui comportent une intégrale générale en termes finis, est incomparablement plus petit que le nombre de celles où cette intégrale est impossible autrement que par une suite infinie.

VIII.

Il faut bien observer que ce résultat ne contrarie point celui auquel nous sommes parvenus plus haut relativement à la possibilité d'obtenir dans tous les cas, au moins par des suites infinies, les intégrales générales des équations différentielles partielles. En effet, les considérations précédentes supposent que l'on a fait préalablement disparoître de l'intégrale générale les signes de différentiation qui affectent les fonctions arbitraires, en traitant comme des fonctions primitives leurs coefficiens différentiels de l'ordre le plus élevé. Ce procédé cesse d'être applicable quand l'intégrale générale est composée d'un nombre infini de termes dans lesquels les fonctions arbitraires sont affectées d'un nombre infini de signes de différentiation, et c'est sous cette forme que l'on peut toujours obtenir les intégrales générales.

En appliquant les procédés que nous avons employés aux équations différentielles partielles des ordres supérieurs au second, on parviendroit à des résultats analogues; mais la longueur des calculs et le peu d'utilité des résultats,

quant aux applications, nous empêcheront de nous en occuper.

Dans ce qui précède nous n'avons eu égard qu'à une seule des fonctions arbitraires qui doivent compléter les intégrales générales; mais comme nous n'avons considéré que des équations linéaires, ces fonctions ne se combinent point mutuellement, et ce qui a lieu pour une d'entre elles est applicable à toutes les autres.

IX.

Lorsque les quantités u, v, w, etc. qui entrent sous les fonctions arbitraires, sont fonctions les unes des autres, et qu'ainsi l'intégrale générale est impossible en termes finis, on peut, en se conformant à cette dépendance, obtenir dans un grand nombre de cas des intégrales particulières fort étendues et dont la forme est assez remarquable. Pour en donner un exemple, nous prendrons l'équation du second ordre à quatre variables,

$$\begin{aligned} A\frac{d^2z}{dt^2} + B\frac{d^2z}{dx^2} + C\frac{d^2z}{dy^2} + D\frac{d^2z}{dt.dx} \\ + E\frac{d^2z}{dt.dy} + F\frac{d^2z}{dx.dy} + G\frac{dz}{dt} \\ + H\frac{dz}{dx} + K\frac{dz}{dy} + Lz = U \end{aligned}$$

A, B, C..... U étant des quantités constantes qui ne vérifient pas l'équation de condition de l'article V, en appliquant ici le procédé de l'article III, on trouvera

que v est fonction de u, cette dernière quantité étant donnée par l'équation

$$A\frac{du^2}{dt^2} + B\frac{du^2}{dx^2} + C\frac{du^2}{dy^2} + D\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + E\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dy} + F\frac{du}{dx}\cdot\frac{du}{dy} = 0$$

La valeur de u comporte une fonction arbitraire de deux quantités qui, d'après ce que nous avons démontré plus haut, se trouvera déterminée par la suite du calcul; mais elle devra l'être de différentes manières, suivant le nombre et la nature des termes que l'on fera entrer dans la valeur de z, en lui conservant toujours la forme que nous lui avons supposée. Si, par exemple, on fait

$$z = V + s\varphi\,(u)$$

φ désignant une fonction arbitraire, on aura

$$A\frac{d^2V}{dt^2} + B\frac{d^2V}{dx^2} + C\frac{d^2V}{dy^2} + D\frac{d^2V}{dt.dx} + E\frac{d^2V}{dt.dy} + F\frac{d^2V}{dx.dy} + G\frac{dV}{dt} + H\frac{dV}{dx} + K\frac{dV}{dy} + LV = U$$

$$A\frac{d^2s}{dt^2} + B\frac{d^2s}{dx^2} + C\frac{d^2s}{dy^2} + D\frac{d^2s}{dt.dx} + E\frac{d^2s}{dt.dy} + F\frac{d^2s}{dx.dy} + G\frac{ds}{dt} + H\frac{ds}{dx} + K\frac{ds}{dy} + Ls = 0$$

$$A\frac{du^2}{dt^2} + B\frac{du^2}{dx^2} + C\frac{du^2}{dy^2} + D\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + E\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dy} + F\frac{du}{dx}\cdot\frac{du}{dy} = 0$$

$$\left.\begin{aligned}
&\left(A\,\frac{d^2u}{dt^2} + B\,\frac{d^2u}{dx^2} + C\,\frac{d^2u}{dy^2} \right.\\
&\qquad + D\,\frac{d^2u}{dt.dx} + E\,\frac{d^2u}{dt.dy}\\
&\qquad \left. + F\,\frac{d^2u}{dx.dy}\right).\ s\\
&+ \frac{du}{dt}\left(2A\,\frac{ds}{dt} + D\,\frac{ds}{dx} + E\,\frac{ds}{dy} + Gs\right)\\
&+ \frac{du}{dx}\left(2B\,\frac{ds}{dx} + D\,\frac{ds}{dt} + F\,\frac{ds}{dy} + Hs\right)\\
&+ \frac{du}{dy}\left(2C\,\frac{ds}{dy} + E\,\frac{ds}{dt} + F\,\frac{ds}{dx} + Ks\right)
\end{aligned}\right\} = 0$$

Puisque l'intégrale générale est impossible en termes finis, il ne s'agit pas d'intégrer conjointement ces équations, mais seulement d'y satisfaire, pour avoir une valeur particulière de z. On remplira ce but à l'égard de la première, en faisant

$$V = \frac{U}{L}$$

car U et L sont des quantités constantes. La seconde équation sera également vérifiée en faisant

$$s = e^{at + bx + cy}$$

a, b, c étant des quantités constantes entre lesquelles il existe l'équation suivante :

$$\begin{aligned}
&Aa^2 + Bb^2 + Cc^2 + Dab + Eac + Fbc\\
&\qquad + Ga + Hb + Kc + L = 0
\end{aligned}$$

et il ne restera plus que les deux équations en u,

qui, en faisant usage de la valeur précédente, deviendront

$$A\frac{du^2}{dt^2} + B\frac{du^2}{dx^2} + C\frac{du^2}{dy^2} + D\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} + E\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dy} + F\frac{du}{dx}\cdot\frac{du}{dy} = 0$$

$$\left.\begin{array}{l} A\frac{d^2u}{dt^2} + B\frac{d^2u}{dx^2} + C\frac{d^2u}{dy^2} + D\frac{d^2u}{dt.dx} + E\frac{d^2u}{dt.dy} + F\frac{d^2u}{dx.dy} \\ + \frac{du}{dt}(2Aa + Db + Ec + G) \\ + \frac{du}{dx}(2Bb + Da + Fc + H) \\ + \frac{du}{dy}(2Cc + Ea + Fb + K) \end{array}\right\} = 0$$

L'intégrale de la première est représentée par le système des trois suivantes :

$$\begin{array}{rl} u = \Psi(\alpha,\beta) + \alpha t + \beta x + \gamma y & \\ \Psi' + t + y.\frac{d\gamma}{d\alpha} = 0 & \ldots (A) \\ {}'\Psi + x + y.\frac{d\gamma}{d\beta} = 0 & \end{array}$$

Ψ' et ${}'\Psi$ représentant $\frac{d.\Psi(\alpha,\beta)}{d\alpha}$ et $\frac{d.\Psi(\alpha,\beta)}{d\beta}$, α, β, γ étant des quantités entre lesquelles on a l'équation

$$A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 + D\alpha\beta + E\alpha\gamma + F\beta\gamma = 0 \ldots . (1)$$

On satisfera à la seconde en regardant les quantités α, β, γ

comme constantes; il est même aisé de s'assurer qu'on ne sauroit y satisfaire autrement. On aura ainsi

$$u = \alpha t + \beta x + \gamma y$$

mais il faudra de plus poser l'équation

$$\left.\begin{array}{r} \alpha\,(2Aa + Db + Ec + G) \\ +\beta\,(2Bb + Da + Fc + H) \\ +\gamma\,(2Cc + Ea + Fb + K) \end{array}\right\} = 0 \ldots\ (2)$$

et en y joignant la suivante, que nous avons trouvée plus haut,

$$\begin{array}{r} Aa^2 + Bb^2 + Cc^2 + Dab + Eac + Fbc \\ + Ga + Hb + Kc + L = 0 \ldots\ (3) \end{array}$$

on aura

$$z = \frac{U}{L} + e^{at+bx+cy}.\ \varphi\,(\alpha t + \beta x + \gamma y) \ldots\ (4)$$

pour une intégrale particulière de l'équation

$$\begin{array}{r} A\frac{d^2z}{dt^2} + B\frac{d^2z}{dx^2} + C\frac{d^2z}{dy^2} + D\frac{d^2z}{dt.dx} \\ + E\frac{d^2z}{dt.dy} + F\frac{d^2z}{dx.dy} + G\frac{dz}{dt} \\ + H\frac{dz}{dx} + K\frac{dz}{dy} + Lz = U \end{array}$$

Les équations (1), (2), (3) ne déterminent point les rapports $\frac{\alpha}{\gamma}$, $\frac{\beta}{\gamma}$; qui prennent différentes valeurs, suivant celles que l'on donne aux quantités a, b, c: il en résulte que l'on peut avoir une infinité de valeurs particulières de z, de même forme que la précédente,

et qui peuvent lui être ajoutées; ce qui donnera cette intégrale particulière

$$z = \frac{U}{L} + e^{at+bx+cy}.\ \varphi\ (\alpha t + \beta x + \gamma y) + e^{a_{,}t+b_{,}x+c_{,}y}.\ \varphi_{,}\ (\alpha_{,} t + \beta' x + \gamma_{,} y) + \text{etc.}$$

les accens indiquant les différentes valeurs que peuvent prendre les quantités a, b, c, α, β, γ, en vérifiant cependant les conditions auxquelles elles sont assujéties; φ, $\varphi_{,}$ désignent des fonctions arbitraires indépendantes les unes des autres, et dont le nombre pouvant être quelconque, donne une grande étendue à cette intégrale.

X.

Si l'équation proposée, ne contenant que des termes du second ordre, étoit

$$A\frac{d^2z}{dt^2} + B\frac{d^2z}{dx^2} + C\frac{d^2z}{dy^2} + D\frac{d^2z}{dt.dx} + E\frac{d^2z}{dt.dy} + F\frac{d^2z}{dx.dy} = 0$$

on feroit simplement

$$z = \varphi\ (u)$$

ce qui revient à faire dans les équations (2) et (3), $a = 0$, $b = 0$, $c = 0$, valeurs qui les vérifient, et l'on auroit en u les deux conditions suivantes:

$$\left.\begin{aligned} A\frac{du^2}{dt^2} + B\frac{du^2}{dx^2} + C\frac{du^2}{dy^2} + D\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dx} \\ + E\frac{du}{dt}\cdot\frac{du}{dy} + F\frac{du}{dx}\cdot\frac{du}{dy} = 0\ldots \\ A\frac{d^2u}{dt^2} + B\frac{d^2u}{dx^2} + C\frac{d^2u}{dy^2} + D\frac{d^2u}{dt.dx} \\ + E\frac{d^2u}{dt.dy} + F\frac{d^2u}{dx.dy} = 0\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \text{(B)}$$

La valeur de u, donnée par la première de ces deux équations, est la même que précédemment; mais on peut, en y regardant α, β, γ comme des quantités variables, satisfaire à la seconde. En effet, d'après la valeur de u, celle-ci devient

$$A\frac{d\alpha}{dt} + B\frac{d\beta}{dx} + \left(C\frac{d\gamma}{d\alpha} + E\right)\frac{d\alpha}{d\gamma} + \left(C\frac{d\gamma}{d\beta} + F\right)\frac{d\beta}{dy} + D\frac{d\alpha}{dy} = 0\ldots \text{(C)}$$

Si l'on différencie, par rapport aux variables, t, x, y, chacune des deux dernières équations (A), et qu'on fasse, pour plus de simplicité,

$$\frac{d^2\Psi(\alpha,\beta)}{d\alpha^2} = \Psi''$$

$$\frac{d^2\Psi(\alpha,\beta)}{d\alpha.d\beta} = {}'\Psi'$$

$$\frac{d^2\Psi(\alpha,\beta)}{d\beta^2} = {}''\Psi$$

$$\Psi'' + y\frac{d^2\gamma}{d\alpha^2} = n$$

$${}'\Psi' + y\frac{d^2\gamma}{d\alpha.d\beta} = p$$

$${}''\Psi + y\frac{d^2\gamma}{d\beta^2} = q$$

on aura les six équations suivantes :

$$n\frac{d\alpha}{dt} + p\frac{d\beta}{dt} + 1 = 0$$
$$n\frac{d\alpha}{dx} + p\frac{d\beta}{dx} = 0$$
$$n\frac{d\alpha}{dy} + p\frac{d\beta}{dy} + \frac{d\gamma}{d\omega} = 0$$
$$q\frac{d\beta}{dt} + p\frac{d\alpha}{dt} = 0$$
$$q\frac{d\beta}{dx} + p\frac{d\alpha}{dx} + 1 = 0$$
$$q\frac{d\beta}{dy} + p\frac{d\alpha}{dy} + \frac{d\gamma}{d\beta} = 0$$

Si l'on tire de ces équations les valeurs des coefficiens différentiels des quantités α, β, γ, en faisant usage de la relation établie elle elles,

$$A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 + D\alpha\beta + E\alpha\gamma + F\beta\gamma = 0 \quad . \quad . \quad (1)$$

et qu'on substitue ces quantités dans l'équation (C), on trouvera, après les réductions, un résultat de cette forme

$$Q.\ (\alpha^2\,{}^{\prime\prime}\Psi + 2\,\alpha.\,\beta\,{}^{\prime}\Psi' + \beta^2\,{}^{\prime\prime}\Psi) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (D)$$

Q représentant la quantité

$$AF^{-2} + BE^{-2} + CD^{-2} - DEF - 4\,ABC$$

On ne peut pas supposer $Q = 0$, puisque, par hypothèse, cette condition n'est pas vérifiée par les coefficiens de la proposée ; il faut donc que l'on fasse

$$\alpha^2\,{}^{\prime\prime}\Psi + 2\,\alpha\beta\,{}^{\prime}\Psi' + \beta^2\,{}^{\prime\prime}\Psi = 0$$

dont l'intégrale est

$$\Psi = F\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) + \beta \mathrm{f}\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)$$

F et f désignant deux fonctions arbitraires. On aura donc, pour l'intégrale particulière cherchée, le système des équations suivantes :

$$z = \varphi\left[\alpha t + \beta x + \gamma y + F\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) + \beta \mathrm{f}\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)\right]$$

$$\frac{1}{\beta} F' + \mathrm{f}' + t + y \frac{d\gamma}{d\alpha} = 0$$

$$-\frac{\alpha}{\beta^2} F' + \mathrm{f} - \frac{\alpha}{\beta} \mathrm{f}' + x + y \frac{d\gamma}{d\beta} = 0$$

$$A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 + D\alpha\beta + E\alpha\gamma + F\beta\gamma = 0$$

entre lesquelles il faudra éliminer α, β, γ ; ce qui ne pourra pas avoir lieu avant que les fonctions F et f soient déterminées. La troisième équation donne deux valeurs de γ qui fourniront deux expressions de z semblables à la précédente, et dont l'assemblage vérifiera encore la proposée. En représentant ces valeurs par γ, γ_1, il viendra

$$z = \varphi\left[\alpha t + \beta x + \gamma y + F\frac{\alpha}{\beta} + \beta \mathrm{f}\frac{\alpha}{\beta}\right] + \pi\left[\alpha t + \beta x + \gamma_1 y + F_1\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) + \beta \mathrm{f}_1\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)\right]$$

$$\frac{1}{\beta} F' + \mathrm{f}' + t + y \frac{d\gamma}{d\alpha} = 0$$

$$-\frac{\alpha}{\beta^2} F' + \mathrm{f} - \frac{\alpha}{\beta} \mathrm{f}' + x + y \frac{d\gamma}{d\beta} = 0$$

$$\frac{1}{\beta} F_1' + \mathrm{f}_1' + t + y \frac{d\gamma_1}{d\alpha} = 0$$

$$-\frac{\alpha}{\beta^2} F_1' + \mathrm{f}_1 - \frac{\alpha}{\beta} \mathrm{f}_1' + x + y \frac{d\gamma_1}{d\beta} = 0$$

γ et γ_{I} étant les deux racines de l'équation

$$A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 + D\alpha\beta + E\alpha\gamma + F\beta\gamma = 0$$

les fonctions φ et π, F, f, F_{I}, f_{I}, sont absolument arbitraires et indépendantes entre elles, et les dernières étant enveloppées par les deux autres, la valeur de z pourra les renfermer d'une manière quelconque, linéaires ou élevées; ce qui est d'autant plus remarquable que la proposée

$$A\frac{d^2z}{dt^2} + B\frac{d^2z}{dx^2} + C\frac{d^2z}{dy^2} + D\frac{d^2z}{dt.dx} + E\frac{d^2z}{dt.dy} + F\frac{d^2z}{dx.dy} = 0$$

est linéaire par rapport aux coefficiens différentiels de z.

XI.

Si l'équation $Q = 0$ étoit vérifiée par les coefficiens de la proposée, la seconde des équations (B) seroit satisfaite par la valeur de u tirée de la première, sans qu'il fût besoin de déterminer la fonction $\Psi(\alpha, \beta)$; mais on observera que dans ce cas l'équation (1), qui donne γ en fonctions de α et de β, est décomposable en facteurs du premier degré; en sorte qu'on a alors pour γ deux valeurs de cette forme:

$$\gamma = l\alpha + m\beta$$
$$\gamma = l'\alpha + m'\beta$$

l, m, l', m' étant des fonctions des coefficiens A, B, C,

et par conséquent constantes. La première étant substituée dans la valeur de u, donne

$$u = \Psi(\alpha, \beta) + \alpha(t + ly) + \beta(x + my)$$
$$\Psi' + t + ly = 0$$
$$'\Psi + x + my = 0$$

Il résulte des deux dernières équations que α et β sont des fonctions de $t + ly$ et de $x + my$; par conséquent la valeur de u n'est plus composée que d'un seul terme, et devient

$$u = \pi(t + ly ; x + my)$$

en la substituant dans

$$z = \varphi(u)$$

les deux signes φ et π se superposent; ce qui donne simplement

$$z = \varphi(t + ly, x + my)$$

L'autre valeur de γ conduiroit à une expression analogue à la précédente, et leur somme donnera cette valeur générale de z:

$$z = \varphi(t + ly, x + my) + \pi(t + l'y, x + m'y)$$

qui a précisément l'étendue convenable.

Ce résultat s'accorde parfaitement avec les considérations que nous avons exposées dans l'article V, parce que, dans le cas que nous examinons, l'équation élevée qui donne u est décomposable en facteurs du premier

degré ; d'où il suit que cette valeur n'est alors composée que d'un seul terme. Ce rapprochement, en confirmant ce que nous avons dit sur la manière dont la valeur de u est limitée, montre aussi que l'intégrale particulière à laquelle nous parvenons, a des rapports très-voisins avec l'intégrale générale en termes finis.

XII.

Lorsque l'on veut se borner à des intégrales particulières, on peut employer, pour en obtenir, divers artifices de calcul que nous allons faire connoître. Le premier consiste à arrêter la série qui est l'intégrale générale de la proposée, en disposant, pour remplir ce but, des fonctions arbitraires qu'elle renferme. Ce moyen est sur-tout applicable aux équations différentielles partielles linéaires de tous les ordres ; et lorsque leurs coefficiens ne sont fonctions que des variables indépendantes, moins une, la recherche des intégrales particulières dont il s'agit se réduit à l'intégration d'une équation différentielle partielle du même ordre que la proposée, mais qui contient une variable de moins : d'où il résulte que si les coefficiens de la proposée sont fonctions des variables indépendantes, moins deux, la recherche des intégrales particulières se trouve ramenée à l'intégration d'une équation différentielle partielle qui renferme deux variables de moins, et ainsi de suite. Les intégrations dont nous parlons n'ayant pas besoin d'être effectuées avec l'étendue que com-

portent les intégrales générales, il suffit qu'elles conduisent à des intégrales particulières.

Pour montrer l'application de cette méthode, considérons l'équation du second ordre entre trois variables :

$$A\frac{d^2z}{dx^2} + B\frac{d^2z}{dy^2} + C\frac{d^2z}{dx.dy} + D\frac{dz}{dx} + E\frac{dz}{dy} + Fz = 0$$

A, B, C..... F étant fonctions de la seule variable y. Il résulte de ce que nous avons démontré plus haut que la valeur de z pourra être développée en une série de cette forme :

$$z = \varphi + x\varphi_1 + \frac{x^2}{1.2}.\varphi_2 + \frac{x^3}{1.2.3}.\varphi_3 + \frac{x^4}{1.2.3.4}.\varphi_4 + \text{etc.}$$

φ, φ_1, φ_2..... étant des fonctions indéterminées de y. En substituant cette expression dans la proposée, et égalant séparément à zéro les coefficiens des diverses puissances de x, on aura entre φ, φ_1..... les équations suivantes :

$$\begin{aligned}
&A\varphi_2 + B\frac{d^2\varphi}{dy^2} + C\frac{d\varphi_1}{dy} + D\varphi_1 + E\frac{d\varphi}{dy} + F\varphi = 0\\
&A\varphi_3 + B\frac{d^2\varphi_1}{dy^2} + C\frac{d\varphi_2}{dy} + D\varphi_2 + E\frac{d\varphi_1}{dy} + F\varphi_1 = 0\\
&A\varphi_4 + B\frac{d^2\varphi_2}{dy^2} + C\frac{d\varphi_3}{dy} + D\varphi_3 + E\frac{d\varphi_2}{dy} + F\varphi_2 = 0. \quad . \quad . \quad (A)
\end{aligned}$$

$$A\varphi_n + B\frac{d^2\varphi_{n-2}}{dy^2} + C\frac{d\varphi_{n-1}}{dy} + D\varphi_{n-1} + E\frac{d\varphi_{n-2}}{dy} + F\varphi_{n-2} = 0$$

$$A\varphi_{n+1} + B\frac{d^2\varphi_{n-1}}{dy^2} + C\frac{d\varphi_n}{dy} + D\varphi_n + E\frac{d\varphi_{n-1}}{dy} + F\varphi_{n-1} = 0$$

$$A\varphi_{n+2} + B\frac{d^2\varphi_n}{dy^2} + C\frac{d\varphi_{n+1}}{dy} + D\varphi_{n+1} + E\frac{d\varphi_n}{dy} + F\varphi_n = 0 \ldots\ (A)$$

Si, pour une valeur déterminée de n, on fait

$$\varphi_{n+1} = 0; \quad \varphi_{n+2} = 0$$

φ_{n+3} sera nul, ainsi que tous les termes suivans, et la série s'arrêtera; en sorte qu'il ne s'agira plus que de déterminer, d'après cette condition, les valeurs de φ, φ_1, φ_2..... φ_n, entre lesquelles on a alors les $n + 1$ équations suivantes :

$$B\frac{d^2\varphi_n}{dy^2} + E\frac{d\varphi_n}{dy} + F\varphi_n = 0$$

$$B\frac{d^2\varphi_{n-1}}{dy^2} + E\frac{d\varphi_{n-1}}{dy} + F\varphi_{n-1} + C\frac{d\varphi_n}{dy} + D\varphi_n = 0$$

$$B\frac{d^2\varphi_{n-2}}{dy^2} + E\frac{d\varphi_{n-2}}{dy} + F\varphi_{n-2} + A\varphi_n + C\frac{d\varphi_{n-1}}{dy} + D\varphi_{n-1} = 0$$

$$B\frac{d^2\varphi_{n-3}}{dy^2} + E\frac{d\varphi_{n-3}}{dy} + F\varphi_{n-3} + A\varphi_{n-1} + C\frac{d\varphi_{n-2}}{dy} + D\varphi_{n-2} = 0$$

$$B\frac{d^2\varphi_1}{dy^2} + E\frac{d\varphi_1}{dy} + F\varphi_1 + A\varphi_2 + C\frac{d\varphi_2}{dy} + D\varphi_2 = 0$$

$$B\frac{d^2\varphi}{dy^2} + E\frac{d\varphi}{dy} + F\varphi + A\varphi_2 + C\frac{d\varphi_1}{dy} + D\varphi_1 = 0$$

Ces équations sont toutes linéaires et du second ordre entre deux variables; et si l'on suppose que la première, étant intégrée, donne

$$\varphi_n = M_n Y + N_n Y_1$$

M_n, N_n étant des constantes arbitraires, on aura

$$\varphi_{n-1} = M_{n-1} Y + N_{n-1} Y_1 - Y\int\left(C\frac{d\varphi_n}{dy} + D\varphi_n\right)\cdot\frac{dy^2}{Y_1 d\left(\frac{Y}{Y_1}\right)} - Y_1\int\left(C\frac{d\varphi_n}{dy} + D\varphi_n\right)\cdot\frac{dy^2}{Y d\left(\frac{Y_1}{Y}\right)}$$

$$\varphi_{n-2} = M_{n-2} Y + N_{n-2} Y_1 - Y\int\left(A\varphi_n + C\frac{d\varphi_{n-1}}{dy} + D\varphi_{n-1}\right)\cdot\frac{dy^2}{Y_1 d\left(\frac{Y}{Y_1}\right)} - Y_1\int\left(A\varphi_n + C\frac{d\varphi_{n-1}}{dy} + D\varphi_{n-1}\right)\cdot\frac{dy^2}{Y d\left(\frac{Y_1}{Y}\right)}$$

$$\varphi_1 = M_1 Y + N_1 Y_1 - Y\int\left(A\varphi_3 + C\frac{d\varphi_2}{dy} + D\varphi_2\right)\frac{dy^2}{Y_1 d\left(\frac{Y}{Y_1}\right)}$$

$$- Y_1\int\left(A\varphi_3 + C\frac{d\varphi_2}{dy} + D\varphi_2\right)\frac{dy^2}{Y d\left(\frac{Y_1}{Y}\right)}$$

$$\varphi = M Y + N Y_1 - Y\int\left(A\varphi_2 + C\frac{d\varphi_1}{dy} + D\varphi_1\right)\frac{dy^2}{Y_1 d\left(\frac{Y}{Y_1}\right)}$$

$$- Y_1\int\left(A\varphi_2 + C\frac{d\varphi_1}{dy} + D\varphi_1\right)\frac{dy^2}{Y d\left(\frac{Y_1}{Y}\right)}$$

En joignant à ces équations la suivante :

$$z = \varphi + x\varphi_1 + \frac{x^2}{1.2}\varphi_2 + \frac{x^3}{1.2.3}\varphi_3 + \ldots + \frac{x_n}{1.2\ldots n}\varphi_n$$

leur système représentera une intégrale particulière de la proposée

$$A\frac{d^2z}{dx^2} + B\frac{d^2z}{dy^2} + C\frac{d^2z}{dx.dy} + D\frac{dz}{dx}$$
$$+ E\frac{dz}{dy} + Fz = 0 \ldots\ldots\ldots (1)$$

cette intégrale sera en termes finis par rapport à x, et contiendra un nombre de constantes arbitraires égal à $2(n+1)$.

Si le second membre de l'équation (1), au lieu d'être égal à zéro, étoit égal à U; A, B, C..... U étant, comme dans le cas précédent, fonctions de y seul, on feroit

$$z = v + z_1$$

v étant fonction de y seul, et z_1 une nouvelle variable principale.

En déterminant v par la condition

$$B\frac{d^2v}{dy^2} + E\frac{dv}{dy} + Fv = U$$

qui est linéaire du second ordre entre deux variables, on auroit, pour trouver z_1, une équation de même forme que l'équation (1) que nous avons considérée. On pourra, par conséquent, la traiter de la même manière.

XIII.

La marche que nous venons de suivre est applicable à toutes les équations linéaires, lorsqu'il y a une des variables indépendantes qui n'entre dans aucun des coefficiens de la proposée; car, en développant la valeur de z par rapport à cette variable, et représentant le développement comme nous l'avons fait, on obtiendra de la même manière les équations qui déterminent les fonctions φ_1, φ_2..... et les coefficiens de ces équations seront ceux même de la proposée; de plus, comme φ_1, φ_2..... sont fonctions de $n - 2$ variables, elles renfermeront une variable de moins que la fonction z. D'où il suit que l'intégrale particulière d'une équation linéaire et différentielle partielle entre n variable, sera donnée par une équation linéaire et du même ordre entre $n - 1$ variable.

Dans l'exemple précédent, les équations différentielles qui ont donné φ_1, φ_2, etc. étoient les mêmes, à l'exception du dernier terme, que celle qui a donné φ_n: il en sera de même en général, comme il est aisé de

s'en assurer; et par conséquent le nombre des constantes arbitraires que l'on veut obtenir dans l'intégrale particulière demandée, ne complique que la longueur du calcul, sans augmenter sa difficulté.

Dans ce qui précède, nous avons considéré principalement le cas où une des variables indépendantes n'entre dans aucun des coefficiens de la proposée, parce qu'alors la relation qui existe entre les termes du développement est exprimée par une équation aux différences finies relative au rang de ces termes; équation qui est, par rapport aux différences, du même ordre que la proposée par rapport aux coefficiens différentiels. De là il résulte qu'en disposant convenablement des fonctions arbitraires qui complètent le développement, on peut annuler un pareil nombre de ses termes consécutifs; ce qui suffit, en vertu de leur dépendance, pour que les suivans soient nuls. Il n'en est pas ainsi dans le cas général, où cette dépendance n'a plus lieu de la même manière.

XIV.

On peut aussi obtenir des intégrales particulières en disposant des fonctions arbitraires qui complètent le développement de la variable principale de manière à rendre ce développement sommable. Cette méthode, comme la précédente, est sur-tout applicable aux équations différentielles partielles linéaires, lorsqu'une au moins des variables indépendantes n'entre dans

aucun des coefficiens de ces équations; et nous allons exposer un procédé qui réussit toujours dans cette circonstance. Pour cela reprenons l'équation du second ordre

$$A\frac{d^2z}{dx^2} + B\frac{d^2z}{dy^2} + C\frac{d^2z}{dx.dy} + D\frac{dz}{dx} + E\frac{dz}{dy} + Fz = 0$$

A, B, C..... F étant fonctions de y seul. On a vu qu'en faisant

$$z = \varphi(y) + x\varphi_1 + \frac{x^2}{1.2}\varphi_2 + \frac{x^3}{1.2.3}\varphi_3 + \text{etc.}$$

on avoit pour déterminer φ, φ_1, φ_2.... les équations (A) de l'article XII.

Supposons maintenant qu'on établisse entre un nombre $h+1$ de termes de la suite des φ, φ_1, φ_2..... une relation exprimée par l'équation suivante :

$$a\varphi_n + b\varphi_{n-1} + c\varphi_{n-2} + \ldots\ldots + l\varphi_{n-h} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

qui est aux différences finies linéaires, et dans laquelle a, b, c..... l sont des quantités constantes. Il est aisé de voir que, d'après cette relation, toutes les équations (A) seront satisfaites, si les h premières d'entre elles le sont. Or, en éliminant de ces dernières les quantités φ_h, φ_{h+1}, au moyen de l'équation (1), elles ne renfermeront plus que les h inconnues φ, φ_1..... φ_{h-1}, et on pourra, soit en les intégrant conjointement, soit en y satisfaisant, obtenir les valeurs de ces quan-

tités. On pourra même profiter, pour remplir cet objet, de l'indétermination des quantités a, b, c..... l, qui sont seulement assujéties à être constantes.

Il reste maintenant à faire voir que les opérations précédentes conduiront à une valeur de z qui pourra être aisément sommée par les méthodes connues.

Pour y parvenir, on remarquera que la valeur de φ_n, donnée par l'équation (1), sera

$$\varphi_n = u\varphi + v\varphi_1 + \ldots\ldots + w\varphi_{h-1}$$

u, v..... w étant des quantités de la forme

$$a_1\alpha^n + a_2\beta^n + a_3\gamma^n + \ldots\ldots + a_h\omega^n$$

dans lesquelles a_1, a_2, a_3..... a_h sont des constantes indépendantes de n, et α, β, γ..... ω les racines de l'équation

$$a\alpha_h + b\alpha_{h-1} + c\alpha_{h-2} + \ldots\ldots l = 0$$

De là il résulte évidemment que les coefficiens de φ, φ_1, φ_2..... φ_{h-1}, dans la valeur de z après l'élimination de φ^n, seront aisément sommables par les exponentielles, et introduiront dans z les quantités

$$e_{\alpha x}; \quad e_{\beta x}; \quad e_{\gamma x}$$

on voit par là que les coefficiens a, b, c de l'équation (1), qui sont absolument indéterminés, entreront d'une manière élevée dans la valeur de z; ce qu'il est important de remarquer. Pour donner un exemple

très-simple de la marche que nous venons d'indiquer, soit

$$\varphi_n - b\varphi_{n-1} = 0$$

on aura

$$\varphi_n = b_n\varphi$$

φ étant déterminé par l'équation

$$(Ab^2 + Db + F)\,\varphi + (Cb + E)\,\frac{d\varphi}{dy} + B\,\frac{d^2\varphi}{dy^2} = 0$$

et l'on aura

$$z = \varphi.\ c^{bx}$$

pour l'intégrale particulière cherchée.

XV.

La méthode précédente s'étend également aux équations différentielles partielles linéaires de tous les ordres, entre un nombre quelconque de variables; et, d'après ce que nous avons démontré plus haut, elle conduira toujours à un développement sommable lorsqu'elle pourra être employée. On pourra même varier la relation qu'on établira entre φ_n, φ_{n-1}, φ_{n-h}, pourvu qu'elle reste linéaire; car ce n'est que pour plus de simplicité que nous l'avons supposée exprimée par l'équation

$$a\varphi_n + b\varphi_{n-1} + c\varphi_{n-2} + \ldots\ldots + l\varphi_{n-h} = 0$$

et cette relation n'est pas la seule qui conduise à des développemens sommables. Pour le faire voir, et appliquer en même temps notre procédé à un cas plus

général que celui qui vient de nous servir d'exemple, soit l'équation à quatre variables

$$A\frac{d^2z}{dt^2} + B\frac{d^2z}{dx^2} + C\frac{d^2z}{dy^2} + D\frac{d^2z}{dt.dx} + E\frac{d^2z}{dt.dy} + F\frac{d^2z}{dx.dy} + G\frac{dz}{dt} + H\frac{dz}{dx} + K\frac{dz}{dy} + Lz = 0$$

Si l'on fait

$$z = \varphi + t\varphi_1 \frac{t^2}{1.2}\varphi_2 + \frac{t^3}{1.2.3}\varphi_3 + \text{etc.}$$

$\varphi, \varphi_1, \varphi_2 \ldots\ldots$ étant fonctions de y et de x, et qu'on suppose que $A, B, C \ldots\ldots L$ ne contiennent point les variables y et t, on aura pour déterminer $\varphi, \varphi_1, \varphi_2 \ldots\ldots$ les équations suivantes.

$$A\varphi_2 + B\frac{d^2\varphi}{dx^2} + C\frac{d^2\varphi}{dy^2} + D\frac{d\varphi_1}{dx} + E\frac{d\varphi_1}{dy} + F\frac{d^2\varphi}{dx.dy} + G\varphi_1 + H\frac{d\varphi}{dx} + K\frac{d\varphi}{dy} + L\varphi = 0$$

$$A\varphi_3 + B\frac{d^2\varphi_1}{dx^2} + C\frac{d^2\varphi_1}{dy^2} + D\frac{d\varphi_2}{dx} + E\frac{d\varphi_2}{dy} + F\frac{d^2\varphi_1}{dx.dy} + G\varphi_2 + H\frac{d\varphi^1}{dx} + K\frac{d\varphi_1}{dy} + L\varphi_1 = 0$$

$$A\varphi_4 + B\frac{d^2\varphi_2}{dx^2} + C\frac{d^2\varphi_2}{dy^2} + D\frac{d\varphi_3}{dx} + E\frac{d\varphi_3}{dy} + F\frac{d^2\varphi_2}{dx.dy} + G\varphi_3 + H\frac{d\varphi^2}{dx} + K\frac{d\varphi_2}{dy} + L\varphi_2 = 0 \ldots \text{(A)}$$

$$A\varphi_n + B\frac{d^2\varphi_{n-2}}{dx^2} + C\frac{d^2\varphi_{n-2}}{dy^2} + D\frac{d\varphi_{n-1}}{dx} + E\frac{d\varphi_{n-1}}{dy} + F\frac{d^2\varphi_{n-2}}{dx.dy} + G\varphi_{n-1} + H\frac{d\varphi_{n-2}}{dx} + K\frac{d\varphi_{n-2}}{dy} + L\varphi_2 = 0. \quad (A)$$

Établissons entre φ_n et φ_{n-1} l'équation

$$\varphi_n = Q\left(P\varphi_{n-1} + \frac{d\varphi_{n-1}}{dy}\right) \ldots\ldots (1)$$

P et Q étant des coefficiens constans, et indépendans de n.

D'après cette relation, toutes les équations (A) seront satisfaites si la première est vérifiée, car les autres n'en seront que des conséquences. Or, pour que cette condition soit remplie, il faut qu'on ait

$$B\frac{d^2\varphi}{dx^2} + (AQ^2 + EQ + C)\frac{d^2\varphi}{dy^2} + (DQ + F)\frac{d^2\varphi}{dx.dy} + (DPQ + H)\frac{d\varphi}{dx} + (2APQ^2 + EPQ + GQ + K)\frac{d\varphi}{dy} + (AP^2Q^2 + GPQ + L)\varphi = 0$$

Cette équation, qui est du second ordre entre trois variables, donnera par l'intégration une valeur de φ complétée par deux fonctions arbitraires, chacune d'une quantité; et comme les quantités P et Q sont des constantes prises à volonté, on peut en disposer de manière à faciliter l'intégration.

Pour trouver quelle sera la forme du développement de z, reprenons l'équation

$$\varphi_n = Q\left(P\varphi_{n-1} + \frac{d\varphi_{n-1}}{dy}\right) \quad (1)$$

Si l'on y écrit successivement $n-1$, $n-2$, $n-3$..... pour n, et qu'entre les résultats on élimine φ_{n-1}, φ_{n-2}.... on trouvera

$$\varphi_n = Q^n\left(P^n\varphi + nP^{n-1}\frac{d\varphi}{dy} + \frac{n.n-1}{2}P^{n-2}\frac{d^2\varphi}{dy^2} + \ldots\ldots \frac{d^n\varphi}{dy^n}\right)$$

ce qui peut se mettre sous la forme

$$\varphi_n = \frac{Q^n}{e^{Py}}\left[\frac{d^n\,(e^{Py}.\,\varphi)}{dy^n}\right]$$

Cette équation est l'intégrale de l'équation (1), et il est aisé de s'assurer, *à posteriori*, qu'en effet elle la vérifie. En faisant usage de cette intégrale, la valeur de z prend la forme suivante :

$$z = \frac{1}{e^{Py}}\left[e^{Py}.\,\varphi + Qt.\,\frac{d(e^{Py}.\,\varphi)}{dy} + \frac{Q^2t^2}{1.2}.\,\frac{d^2\,(e^{Py}.\,\varphi)}{dy^2} + \frac{Q^3t^3}{1.2.3}.\,\frac{d^3\,(e^{Py}.\,\varphi)}{dy^3} + \text{etc.}\right]$$

La partie qui est comprise entre les deux crochets est ce que devient la fonction $e^{Py}.\,\varphi\,(x, y)$ quand on y met pour y, $y + Qt$. On aura donc pour z cette valeur très-simple :

$$z = e^{PQt}.\,\varphi\,(x, y + Qt)$$

$\varphi\,(x, y + Qt)$ étant ce que devient la fonction φ déterminée par l'équation

$$\begin{aligned} B\,\frac{d^2\varphi}{dx^2} &+ (AQ^2 + EQ + C)\,\frac{d^2\varphi}{dy^2} \\ &+ (DQ + F)\,\frac{d^2\varphi}{dx.dy} \\ &+ (DPQ + H)\,\frac{d\varphi}{dx} \\ &+ (2APQ^2 + EPQ + GQ + K)\,\frac{d\varphi}{dy} \\ &+ (AP^2Q^2 + GPQ + L)\,\varphi = 0 \end{aligned}$$

quand on met dans cette fonction $y + Qt$ pour y; et il est aisé de s'assurer, qu'en effet la valeur précédente de z satisfera à la proposée.

Puisque les coefficiens A, B, C..... de la proposée sont supposés ne contenir que la variable x, on pourroit développer, par rapport à y, comme nous l'avons fait par rapport à t. On parviendroit ainsi à une nouvelle valeur particulière de z analogue à la précédente, et en les ajoutant on aura cette intégrale particulière:

$$z = e^{PQt}.\,\varphi\,(x, y + Qt) + e^{P'Q'y}.\,\Psi\,(x, t + Q'y)$$

dans laquelle P, Q, P', Q' sont des constantes arbitraires, et

$$\varphi\,(x, y + Qt)$$
$$\Psi\,(x, t + Q'y)$$

ce que deviennent les fonctions

$$\varphi\,(x, y)$$
$$\Psi\,(x, t)$$

déterminées par les équations

$$\begin{aligned} B\,\tfrac{d^2\varphi}{dx^2} &+ (AQ^2 + EQ + C)\,\tfrac{d^2\varphi}{dy^2} \\ &+ (DQ + F)\,\tfrac{d^2\varphi}{dx.dy} \\ &+ (DPQ + H)\,\tfrac{d\varphi}{dx} \\ &+ (2APQ^2 + EPQ + GQ + K)\,\tfrac{d\varphi}{dy} \\ &+ (AP^2Q^2 + GPQ + L)\,\varphi = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B\,\tfrac{d^2\Psi}{dx^2} &+ (CQ'^2 + EQ' + A)\,\tfrac{d^2\Psi}{dt^2} \\ &+ (FQ' + D)\,\tfrac{d^2\Psi}{dx.dt} \\ &+ (FP'Q' + H)\,\tfrac{d\Psi}{dx} \\ &+ (2CP'Q'^2 + EP'Q' + KQ' + G)\,\tfrac{d\Psi}{dt} \\ &+ (CP^2Q^2 + KP'Q' + L)\,\Psi = 0 \ldots \text{(B)} \end{aligned}$$

lorsqu'on écrit $y + Qt$ pour y dans la première de ces fonctions, et $t + Q'y$ pour t dans la seconde.

XVI.

Les quantités P, Q, P', Q', qui entrent dans ces équations, étant absolument arbitraires, on peut profiter de cette indétermination pour leur donner des valeurs qui facilitent les intégrations. C'est ce qu'il est toujours aisé de faire, lorsque les coefficiens de la proposée sont constans. En général nous observerons que la valeur précédente de z a une fort grande étendue,

puisqu'elle comporte quatre fonctions arbitraires, chacune d'une quantité, et qu'elle en pourra renfermer une infinité, si l'on n'a pas déterminé les quantités P, Q, P', Q'. De plus, cette intégrale particulière, étant relative au cas où les coefficiens de la proposée sont des fonctions quelconques de la seule variable x, aura encore lieu lorsque ces coefficiens seront constans, avec cette différence, qu'alors les équations (B) seront à coefficiens constans; ce qui diminue beaucoup la difficulté de leur intégration : mais on peut, dans cette circonstance, obtenir une valeur plus générale de z. En effet, si l'on suppose

$$\varphi_n = Q\left(P\varphi_{n-1} + \frac{d\varphi_{n-1}}{dy}\right) + Q'\left(P'\varphi_{n-1} + \frac{d\varphi_{n-1}}{dx}\right) \quad \ldots \quad (1)$$

P, Q, P', Q' étant des constantes quelconques indépendantes de n, les équations (A) de l'article XV seront toutes satisfaites si la première d'entre elles est vérifiée; et pour que cette condition soit remplie en admettant la relation précédente, il suffit qu'on ait

$$\left.\begin{aligned} &(AQ'^2 + DQ' + B)\frac{d^2\varphi}{dx^2} + (AQ^2 + EQ + C)\frac{d^2\varphi}{dy^2} \\ &+ (2AQQ' + DQ + EQ' + F)\frac{d^2\varphi}{dx.dy} \\ &+ [2A(PQ + P'Q')Q' + D(PQ + P'Q') + GQ' + H]\frac{d\varphi}{dx} \\ &+ [2A(PQ + P'Q')Q + E(PQ + P'Q') + GQ + K]\frac{d\varphi}{dy} \\ &+ [A(PQ + P'Q')^2 + G(PQ + P'Q') + L]\varphi \end{aligned}\right\} = 0. \quad (B)$$

la valeur de φ_n, tirée de l'équation (1), sera

$$\varphi_n = \frac{1}{e^{Py+Px}}\left[Q^n\, d^n\left(\frac{e^{Py+P'x}}{dy^n}\right)\right.$$
$$+ n\,Q^{n-1}\,Q'\,d^n\left(\frac{e^{Py+P'x}\,\varphi}{dy^{n-1}.\,dx}\right)$$
$$+ \frac{n.\,n-1}{2}\,Q^{n-2}\,Q'^2\,d^n\left(\frac{e^{Py+P'x}\,\varphi}{dy^{n-2}.\,dx^2}\right)$$
$$\left.+ \ldots\ldots\ Q'^n\,d^n\left(\frac{e^{Py+P'x}\,\varphi}{dx^n}\right)\right]$$

et cette expression, substituée dans le développement de z, donnera

$$z = e^{(PQ+P'Q')t}\,\varphi\,(x + Q't,\, y + Qt)$$

$\varphi\,(x + Q't,\, y + Qt)$ désignant ce que devient la fonction $\varphi\,(x, y)$ déterminée par l'équation (B), quand on écrit dans cette fonction $x + Q't$ pour x et $y + Qt$ pour y.

Si, pour plus de simplicité, on représente l'équation (B) de la manière suivante :

$$A_1\frac{d^2\varphi}{dx^2} + B_1\frac{d^2\varphi}{dy^2} + C_1\frac{d^2\varphi}{dx.dy} + D_1\frac{d\varphi}{dx}$$
$$+ E_1\frac{d\varphi}{dy} + F_1 = 0$$

Comme A_1, B_1..... F_1 sont des constantes, il suffira, pour que cette équation ait une intégrale générale en termes finis, que l'on ait

$$A_1E_1^{-2} + B_1D_1^2 + F_1C_1^2 - C_1D_1E_1$$
$$- 4\,A_1B_1F_1 = 0 \ldots\ldots\ldots \quad (C)$$

car alors, en représentant par Ψ et Γ deux fonctions arbitraires et indépendantes entre elles, il viendra

$$\varphi = e^{bx+cy}\Psi(\beta x+\gamma y)+e^{b_1x+c_1y}\Gamma(\beta_1 x+\gamma_1 y)$$

b, b_1, c, c_1, β, β_1, γ, γ_1 désignant les valeurs des quantités b, c, β, γ, résultantes des équations

$$\begin{aligned}
&A_1(b\gamma-c\beta)^2+D_1(b\gamma-c\beta)\gamma+F_1\gamma^2=0\\
&B_1(b\gamma-c\beta)^2+E_1(b\gamma-c\beta)\beta+F_1\beta^2=0\\
&A_1\beta^2+C_1\beta\gamma+B_1\gamma^2=0\ldots\ldots\ldots\ldots(D)
\end{aligned}$$

Ces relations déterminent b, c et $\frac{\beta}{\gamma}$; ce qui suffit pour déterminer la quantité qui entre sous les fonctions arbitraires Ψ, Γ.

Puisque A_1, B_1..... F_1 renferment les indéterminées P, P', Q, Q', on peut regarder l'équation de condition (C) comme satisfaite; ce qui établit seulement une relation entre ces quantités. De cette manière la valeur précédente de φ pourra être substituée dans l'expression de z, et l'on aura

$$\begin{aligned}
z=\ &e^{(PQ+P'Q')t+bx+cy}\Psi[(\beta Q'+\gamma Q)t+\beta x+\gamma y]\\
&+e^{(PQ'+P'Q')t+b'x+c'y}\Gamma[(\beta_1 Q'+\gamma_1 Q)t+\beta_1 x+\gamma_1 y]
\end{aligned}$$

Si l'on fait

$$PQ+P'Q'=a;\quad \beta Q'+\gamma Q=\alpha$$

il viendra

$$\begin{aligned}
z=\ &e^{at+bx+cy}\Psi(\alpha t+\beta x+\gamma y)\\
&+e^{a_1t+b_1x+c_1y}\Gamma(\alpha_1 t+\beta_1 x+\gamma_1 y)
\end{aligned}$$

Les relations (D) n'équivalent qu'à trois équations, et ne peuvent pas déterminer les six quantités a, b, c,

α, β, γ ; d'où il suit que quelques-unes d'entre elles resteront indéterminées : en sorte qu'en leur donnant toutes les valeurs possibles, on aura une expression de z qui contiendra une infinité de termes semblables aux deux précédens. Ce résultat est parfaitement conforme à celui que nous avons trouvé dans l'article IX par une marche bien différente ; et si l'on développoit les équations (C) et (D), on retrouveroit entre a, b, c, α, β, γ les équations que nous avons trouvées dans cet article.

XVII.

Dans ce qui précède nous n'avons considéré que les équations différentielles partielles dont les coefficiens ne sont pas fonctions de toutes les variables indépendantes. Il resteroit encore à discuter le cas général ; mais la loi que suivent alors les termes du développement de l'intégrale générale étant beaucoup plus compliquée, ce problème est beaucoup plus difficile que le précédent ; et l'on n'en doit pas être étonné, puisque s'il étoit résolu seulement pour les équations à trois variables, on sauroit intégrer toutes les équations entre deux variables.

On a vu dans ces recherches que la possibilité des intégrales générales en termes finis dépend des mêmes conditions que la décomposition des polynomes en facteurs du premier degré, et ces conditions se reproduisent sans cesse dès qu'on s'occupe de ces intégrales.

Il en est de même pour les équations algébriques, qui ne sont résolubles en termes finis que lorsqu'elles sont décomposables en facteurs du premier degré; en sorte que les intégrales générales en termes finis des équations différentielles partielles linéaires, répondent en quelque sorte aux racines commensurables des équations algébriques, et les intégrales générales impossibles en termes finis aux racines incommensurables. Ce rapprochement rend assez sensible l'importance de ces solutions par séries infinies, et conduit à penser qu'on pourra, quoiqu'avec plus de difficulté peut-être, s'en servir utilement dans la résolusion des problèmes, soit en les employant immédiatement, soit en les représentant d'après une notation convenable, comme on représente les quantités irrationnelles par des radicaux.

XVIII.

Pour compléter ce que nous avons dit sur les intégrales particulières des équations différentielles partielles, nous allons exposer un procédé au moyen duquel on peut, dans beaucoup de cas, lorsqu'on en connoît une seule, en obtenir une infinité d'autres. Ce procédé est fondé sur la remarque suivante.

Si v est une quantité qui satisfait, pour la variable principale z, à une équation différentielle partielle linéaire d'un ordre quelconque entre un nombre quelconque de variables, et que ω désigne une quantité qui n'entre point dans les coefficiens de l'équation; $A\frac{d^n v}{d\omega^n}$

satisfera encore à la proposée ; A désignant une constante arbitraire quelconque, et n un nombre entier positif. Semblablement les quantités

$$B_1 \int B v d\omega$$
$$B_2 \int B_1 d\omega \int B v d\omega$$
$$B_3 \int B_2 d\omega \int B_1 d\omega \int B v d\omega \text{ etc.}$$

y satisferont aussi, B, B_1, B_2..... étant des constantes arbitraires fonctions de ω, et les signes d'intégration se rapportant à cette quantité. D'où il suit que l'équation proposée étant linéaire, on la vérifiera également en prenant

$$z = Av + A_1 \frac{dv}{d\omega} + A_2 \frac{d^2 v}{d\omega^2} + A_3 \frac{d^3 v}{d\omega^3} + \text{etc.}$$
$$+ B_1 \int B v d\omega$$
$$+ B_2 \int B_1 d\omega \int B v d\omega$$
$$+ B_3 \int B_2 d\omega \int B_1 d\omega \int B v d\omega + \text{etc.}$$

A, B, C..... étant des constantes quelconques.

Si une des variables indépendantes n'entre dans aucun des coefficiens de l'équation proposée, le théorème précédent subsistera encore par rapport à cette variable ; mais les quantités A, B, C..... étant assujéties à être constantes, ne pourront pas la contenir. Ce que nous avons dit par rapport à l'indéterminée ω, s'applique également à toutes les quantités qui entrent dans v sans entrer dans les coefficiens de l'équation : d'où il suit que si ceux-ci sont constans, on pourra

opérer de la même manière par rapport à toutes les variables indépendantes.

Pour donner une application très-simple de la méthode précédente, et montrer en même temps son étendue, prenons l'équation du second ordre

$$R\frac{d^2z}{dx^2} + P\frac{dz}{dx} + Q\frac{dz}{dy} + Nz = 0$$

R, P, Q, N étant des quantités constantes. On peut aisément s'assurer que l'on satisfait à cette équation en faisant

$$z = e^{mx+ny}$$

pourvu qu'on ait entre m et n l'équation

$$Rm^2 + Pm + Qn + N = 0$$

mais on y satisfera encore, et d'une manière beaucoup plus générale, si l'on prend les coefficiens différentiels et les intégrales de tous les ordres de la quantité

$$e^{mx - y\left(\frac{Rm^2+Pm+N}{Q}\right)}$$

par rapport à x, y, m, et multipliant tous les résultats par des constantes arbitraires. Si l'on vouloit se borner à prendre les coefficiens différentiels par rapport à m, on auroit cette valeur de z

$$z = Ae^{mx-y\left(\frac{Rm^2+Pm+N}{Q}\right)}\left\{A + A_1\left[x - y\left(\frac{2mR+P}{Q}\right)\right] + A_2\left\{\frac{-2y}{Q} + \left[x - y\left(\frac{2mR+P}{Q}\right)^2\right] + \text{etc.}\right\}\right\}$$

A, A_1, A_2..... étant des constantes arbitraires. Ce qui est précisément l'intégrale particulière donnée par le citoyen Laplace dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1773. Prenons encore pour exemple l'équation

$$\frac{d^2z}{dy^2} = x^2\,\frac{d^2z}{dx^2}$$

traitée par Euler dans son *Calcul intégral.*

Il est clair que la variable principale z pourroit être aisément développée suivant les puissances de y; mais si on essayoit de le faire par rapport à x, on trouveroit que plusieurs termes de ce développement deviendroient infinis; inconvénient auquel on pourroit remédier, ainsi que nous l'avons précédemment indiqué, en faisant $x = x' + i$, et développant par rapport aux puissances de x'. Mais on observera que, dans le cas actuel, cette transformation n'est nécessaire que lorsqu'on veut obtenir l'expression générale de z; car en déterminant convenablement les fonctions arbitraires que devroit renfermer le développement par rapport à x, on obtient une valeur de z ordonnée suivant les puissances de cette variable; et cette valeur, qui n'est que particulière, renferme la suivante :

$$z = Ae^{nlx+\sqrt{n.n-1.y}} + Be^{nlx-\sqrt{n.n-1.y}}$$

En appliquant ici les procédés que nous avons exposés, on en tireroit une infinité d'autres intégrales, et en

différenciant seulement une fois par rapport à N, on a

$$z = A e^{nlx + \sqrt{n.n-1}.y} [1 + 2A_1 \sqrt{n.n-1}.lx + A_1 (2n-1) y]$$
$$+ B e^{nlx - \sqrt{n.n-1}.y} [1 + 2B_1 \sqrt{n.n-1}.lx - B_1 (2n-1) y]$$

Nous avons rapporté cet exemple à cause de la remarque à laquelle il conduit, et parce qu'il a donné lieu à une discussion entre Condorcet et Euler; le premier prétendant que la seconde intégrale à laquelle nous parvenons, et qu'Euler avoit aussi trouvée, n'étoit pas plus étendue que la première.

Les procédés que nous venons d'exposer ne sont probablement pas les seuls qui conduisent à des intégrales particulières des équations différentielles partielles; mais comme on ne connoît jusqu'à présent aucune méthode directe d'en obtenir, nous avons cru devoir donner les précédentes, qui jouissent de cet avantage toutes les fois qu'elles peuvent être appliquées.

XIX.

Dans le cours de ce mémoire nous avons insisté sur la nécessité d'employer dans la résolution des problèmes les intégrales générales en termes infinis des équations différentielles partielles, lorsque ces intégrales ne peuvent pas être exprimées autrement. Pour confirmer cette vérité, et montrer en même temps le

parti que l'on peut tirer des solutions par séries, nous allons les appliquer à quelques recherches qui nous fourniront l'occasion d'employer tout ce que nous avons exposé sur les équations différentielles partielles. Ces recherches ont pour objet la détermination des mouvemens des surfaces vibrantes, et ceux des plans en particulier.

Si l'on représente par x, y, z les coordonnées d'un point quelconque de l'espace, rapporté à trois plans rectangulaires; qu'on nomme E l'élasticité qui agit suivant l'élément de la surface, l'équation du mouvement de la surface vibrante sera, d'après les principes de la mécanique analytique,

$$\int\left(\frac{d^2x}{dt^2}.\,\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}.\,\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}.\,\delta z\right)Dm - g.\int Dm.\,\delta z+\int E.\,\delta Ds=0$$

g représentant la gravité, et Dm la masse de l'élément Ds. Soit

$$\frac{Dz}{Dx}=P;\quad \frac{Dz}{Dy}=Q$$

on aura

$$Ds=Dx.\,Dy\,\sqrt{1+P^2+Q^2}$$

et par conséquent

$$\int E.\,\delta Ds=\int E.\,Dx.\,Dy\,\sqrt{1+P^2+Q^2}\left[\frac{D\delta y}{Dy}+\frac{D\delta x}{Dx}+\frac{1}{1+P^2+Q^2}\left(P.\frac{D\delta z}{Dx}-P^2.\frac{D\delta x}{Dx}+Q.\frac{D\delta z}{Dy}-Q^2.\frac{D\delta y}{Dy}\right)\right]$$

En intégrant par parties, pour faire disparoître les différentielles des variations, on aura

$$
\begin{aligned}
\int E.\delta.Ds = \Bigg\{ & \quad {}'\int E.\ Dx.\ \sqrt{1+P^2+Q^2}.\ \delta y \\
& - \int Dx.Dy.D\frac{(E\sqrt{1+P^2+Q^2})}{Dy}.\ \delta y \\
& + {}'\int E.\ Dy.\ \sqrt{1+P^2+Q^2}.\ \delta x \\
& - \int Dx.Dy.D\frac{(E\sqrt{1+P^2+Q^2})}{Dx}.\ \delta x \\
& + {}'\int E.\ Dx.\ \frac{Q}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\ \delta z \\
& - \int Dx.Dy.\ \frac{D\left(\frac{E.\ Q}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dy}.\ \delta z \\
& + {}'\int E.\ Dy.\ \frac{P}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\ \delta z \\
& - \int Dx.Dy.\ \frac{D\left(\frac{E.\ P}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dx}.\ \delta z \\
& - {}'\int E.\ Dx.\ \frac{Q^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\ \delta y \\
& + \int Dx.Dy.\ \frac{D\left(\frac{E.\ Q^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dy}.\ \delta y \\
& - {}'\int E.\ Dy.\ \frac{P^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\ \delta x \\
& + \int Dx.Dy.\ \frac{D\left(\frac{E.\ P^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dx}.\ \delta x
\end{aligned}
$$

le signe $\int$ se rapportant à toute l'étendue de l'intégrale,

et le signe $'\int$ à ses limites. En substituant cette expression dans l'équation (1), on aura la suivante :

$$\left.\begin{aligned}
&\int\left\{\frac{d^2x}{dt^2}.Dm - Dx.Dy.\frac{D(E\sqrt{1+P^2+Q^2})}{Dx}\right.\\
&\left.+Dx\,dy.\frac{D\left(\frac{EP^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dx}\right\}\delta x\\
&+\int\left\{\frac{d^2y}{dt^2}.Dm - Dx.Dy.\frac{D(E\sqrt{1+P^2+Q^2})}{Dy}\right.\\
&\left.+Dx.Dy.\frac{D\left(\frac{EQ^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dy}\right\}\delta y\\
&+\int\left\{\frac{d^2z}{dt^2}.Dm - Dx.Dy.\frac{D\left(\frac{EP}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dx}\right.\\
&\left.-Dx.Dy.\frac{D\left(\frac{EQ}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dy} - g.Dm\right\}\delta z\\
&+'\int E.\,Dx.\sqrt{1+P^2+Q^2}.\,\delta y\\
&-'\int E.\,Dx.\frac{Q^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta y\\
&+'\int E.\,Dy.\sqrt{1+P^2+Q^2}.\,\delta x\\
&-'\int E.\,Dy.\frac{P^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta x\\
&+'\int E.\,Dx.\frac{Q}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta z\\
&+'\int E.\,Dy.\frac{P}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta z
\end{aligned}\right\} = 0$$

dans laquelle il faudra égaler séparément à zéro les coefficiens des variations indépendantes δx, δy, δz;

ce qui donnera d'abord ces trois équations indéfinies pour tous les points de la surface vibrante :

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2}.\,Dm - Dx.\,Dy.\,&\frac{D\left(E\sqrt{1+P^2+Q^2}\right)}{Dx} \\ + Dx.\,Dy.\,&\frac{D\left(\frac{EP^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dx} \end{aligned}\right\} = 0$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2y}{dt^2}.\,Dm - Dx.\,Dy.\,&\frac{D\left(E\sqrt{1+P^2+Q^2}\right)}{Dy} \\ + Dx.\,Dy.\,&\frac{D\left(\frac{EQ^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dy} \end{aligned}\right\} = 0 \quad (A)$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2z}{dt^2}.\,Dm - Dx.\,Dy.\,&\frac{D\left(\frac{EP}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dx} \\ - Dx.\,Dy.\,&\frac{D\left(\frac{EQ}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right)}{Dy} \\ - g.\,Dm & \end{aligned}\right\} = 0$$

il restera encore à faire disparoître les intégrales partielles

$$\begin{aligned} &\int E.\,Dx.\,\sqrt{1+P^2+Q^2}.\,\delta y \\ -&\int E.\,Dx.\,\frac{Q^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta y \\ +&\int E.\,Dy.\,\sqrt{1+P^2+Q^2}.\,\delta x \\ -&\int E.\,Dy.\,\frac{P^2}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta x \\ +&\int E.\,Dy.\,\frac{P}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta z \\ +&\int E.\,Dz.\,\frac{Q}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}.\,\delta y \end{aligned}$$

lesquelles se rapportent aux limites de l'intégrale. Si donc celles-ci ne sont pas absolument fixes, il faudra faire en sorte que E y soit nulle. Le seul cas que nous considérerons est celui où les limites de la surface sont fixes : alors les intégrales précédentes disparoissent d'elles-mêmes, et il suffit de considérer les équations (A).

En effectuant les réductions que ces équations présentent, on peut leur donner cette forme plus simple :

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{d^2x}{dt^2}.\,Dm - Dx.\,Dy.\,D\,\frac{\left[\frac{E(1+Q^2)}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right]}{Dx} = 0\\
&\frac{d^2y}{dt^2}.\,Dm - Dx.\,Dy.\,D\,\frac{\left[\frac{E(1+P^2)}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right]}{Dy} = 0\\
&\frac{d^2z}{dt^2}.\,Dm - Dx.\,Dy.\,D\,\frac{\left[\frac{EP}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right]}{Dx}\\
&\qquad - Dx.\,Dy.\,D\,\frac{\left[\frac{EQ}{\sqrt{1+P^2+Q^2}}\right]}{Dy} = 0\\
&\qquad - g.\,Dm
\end{aligned}\right\}$$

Soit

$$\frac{DP}{Dx} = R$$

$$\frac{DP}{Dy} = \frac{DQ}{Dx} = S$$

$$\frac{DQ}{Dy} = T$$

$$Dm = \varepsilon.Ds = \varepsilon.\,Dx.\,Dy.\,\sqrt{1+P^2+Q^2}$$

ε étant l'épaisseur de la surface. Supposons de plus la force E constante; les équations précédentes deviendront

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{E}{\varepsilon}\left[\frac{2QSP^2 + (1+Q^2)(QS - PR)}{(1+P^2+Q^2)^2}\right] = 0$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{E}{\varepsilon}\left[\frac{2PSQ^2 + (1+P^2)(PS - QT)}{(1+P^2+Q^2)^2}\right] = 0$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} - Q - \frac{E}{\varepsilon}\left[\frac{R(1+Q^2) - 2PQS + (1+P^2)T}{(1+P^2+Q^2)^2}\right] = 0$$

La dernière est assez remarquable par son analogie avec celle de la surface, dont l'aire est un *minimum* entre des limites désignées.

XX.

Si l'on suppose que la surface vibrante s'écarte très-peu du plan des x, y, P et Q seront des quantités très-petites, dont nous négligerons les carrés et les produits. On aura donc dans ce cas

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = 0$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} - g = \frac{E}{\varepsilon}(R+T) = 0$$

Les deux premières donnent

$$x = at + b$$
$$y = a_1 t + b_1$$

a, b, a_1, b_1 étant des constantes arbitraires; et si l'on

veut que les vîtesses initiales dans le sens des x et des y soient nulles, on aura

$$a = 0; \quad a_1 = 0$$

ce qui donne

$$x = b; \quad y = b_1$$

en sorte qu'il n'y aura de mouvement que dans le sens des z, du moins en négligeant les quantités du second ordre.

Si l'on fait

$$\frac{E}{\varepsilon} = K^2$$

ε étant supposée constante, et qu'on remette pour R et T leurs valeurs, $\frac{D^2 z}{Dx^2}$, $\frac{D^2 z}{Dy^2}$, on aura

$$\frac{d^2 z}{dt^2} - g = K^2 \left(\frac{D^2 z}{Dx^2} + \frac{D^2 z}{Dy^2} \right)$$

Si l'on suppose la gravité nulle, comme on a coutume de le faire dans la théorie des cordes vibrantes, où l'on fait abstraction du poids de leurs particules, et qu'on change D en d, ce qui est permis puisqu'il ne reste dans le calcul que les coefficiens différentiels de z, il viendra

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = K^2 \left(\frac{d^2 z}{dx^2} + \frac{d^2 z}{dy^2} \right)$$

Cette équation est précisément la même que celle qu'a trouvée Euler en considérant la surface comme un tissu formé par des fils qui se croisent à angles droits. Elle ne satisfait pas à la condition d'intégrabilité de

l'article V, et par conséquent elle n'a point d'intégrale générale en termes finis ; ce qui n'empêche pas d'ailleurs qu'elle ne puisse être représentée par des intégrales définies, qui ne sont autre chose que des sommations simulées de séries.

XXI.

En faisant usage des divers procédés que nous avons indiqués, on obtiendra plusieurs intégrales particulières en termes finis de cette équation ; et d'abord la méthode de l'article IX donne

$$z = \varphi\,(\alpha t + \beta x + \gamma y) + \varphi_1\,(\alpha_1 t + \beta_1 x + \gamma_1 y) + \text{etc.}$$

α, β, γ, α_1, β_1, γ_1 étant des constantes arbitraires entre lesquelles on a les relations suivantes :

$$\alpha^2 - K^2(\beta^2 + \gamma^2) = 0$$
$$\alpha_1^2 + K^2(\beta_1^2 + \gamma_1^2) = 0 + \text{etc.}$$

Cette intégrale a été donnée par Euler dans les *Mémoires de Pétersbourg*. Nous ignorons comment il y est parvenu ; mais on voit que notre analyse y conduit d'une manière directe. En employant la méthode de l'article X, on parvient à cette autre intégrale particulière :

$$z = \varphi\left[\alpha t + \beta x + \gamma y + F\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) + \beta \mathrm{f}\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)\right] + \pi\left[\alpha_1 t + \beta_1 x + \gamma_1 y + F_1\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}\right) + \beta_1 \mathrm{f}\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}\right)\right]$$

$$\frac{1}{\beta} F^1 + f^1 + t + y \frac{d\gamma}{d\alpha} = 0$$

$$-\frac{\alpha}{\beta^2} F^1 + f - \frac{\alpha}{\beta} f^1 + x + y \frac{d\gamma}{d\alpha} = 0$$

$$\frac{1}{\beta} F_1^1 + f_1^1 + t + y \frac{d\gamma_1}{d\alpha} = 0$$

$$-\frac{\alpha}{\beta^2} F_1^1 + f_1 - \frac{\alpha}{\beta} f_1^1 + x + y \frac{d\gamma_1}{d\alpha} = 0$$

γ et γ_1 étant les deux racines de l'équation

$$\alpha^2 - K^2 (\beta^2 + \gamma^2) = 0$$

on peut encore arrêter la série qui est le développement de z par rapport à une quelconque des variables t, x, y; mais ce calcul se simplifie en faisant

$$x + y \sqrt{-1} = 2u$$

$$x + y \sqrt{-1} = 2v$$

car il vient alors

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = K^2 \frac{d^2 z}{du.dv}$$

et le développement de z suivant les puissances de t, est

$$z = \varphi(u, v) + Kt.\varphi_1(u, v) + \frac{K^2 t^2}{1.2} \cdot \frac{d^2\varphi}{du.dv} + \frac{K^3 t^3}{1.2.3} \cdot \frac{d^2\varphi_1}{du.dv} + \frac{K^4 t^2}{1.2.3.4} \cdot \frac{d^4\varphi}{du^2.dv^2} + \text{etc.}$$

dont le terme général est

$$\frac{K^{2n} t^{2n}}{1.2.3.\ldots.2n} \cdot \frac{d^{2n}\varphi^{2n}}{du^n.dv^n}$$

ou

$$\frac{K^{2n+1}\, t^{2n+1}}{1.2.3.\ldots.\ 2n+1} \cdot \frac{d^{2n}\,\varphi_1}{du^n.\ dv^n}$$

φ, φ_1 étant des fonctions contraires de u et de v, indépendantes entre elles; en sorte qu'il suffit, pour arrêter la série à un terme désigné, de faire

$$\frac{d^{2n}\,\varphi}{du^n.\ dv^n} = 0$$

$$\frac{d^{2m}\,\varphi_1}{du^m.\ dv^m} = 0$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned}
\varphi = {} & Fu + vF_1 + v^2F_2 + \ldots.. v^{n-1}F_{n-1}. \quad (u)\\
& + \mathrm{f}v + u\mathrm{f}_1 + u^2\mathrm{f}_2 + \ldots.. u^{n-1}\mathrm{f}_{n-1}. \quad (v)\\
\varphi_1 = {} & \pi\ (u) + v\pi_1 + v^2\pi_2 + \ldots.. v^{n-1}\pi_{n-1}\\
& + \Psi v + u\Psi_1 + u^2\Psi_2 + \ldots.. u^{n-1}\Psi_{n-1}
\end{aligned}$$

F, F_1.... F_{n-1}, f, f_1.... f_{n-1}, π, π_1.... π_{n-1}, Ψ, Ψ_1, Ψ_{n-1} désignant des fonctions arbitraires et indépendantes entre elles. Il ne restera plus qu'à substituer ces valeurs de φ et de φ_1 dans le développement de z: la série s'arrêtera aux termes désignés, et l'on aura une intégrale particulière dans laquelle il entrera un nombre de fonctions arbitraires égal à $4n$.

En employant d'autres procédés on obtiendroit d'autres intégrales particulières; mais nous ne nous y arrêterons point. On peut d'ailleurs appliquer le précédent aux trois variables x, y, t.

XXII.

Cherchons maintenant à déterminer les circons-

tances du mouvement de la surface vibrante, en ayant égard à la nature et à l'immobilité des limites qui la terminent. Pour cela développons successivement la valeur de z suivant les puissances des trois variables indépendantes t, x, y; il viendra

$$z = F + KtF_1 + \frac{K^2t^2}{1.2.}\cdot\left(\frac{d^2F}{dx^2} + \frac{d^2F}{dy^2}\right) + \frac{K^3t^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{d^2F_1}{dx^2} + \frac{d^2F_1}{dy^2}\right) + \frac{K^4t^4}{1.2.3.4}\cdot\left(\frac{d^4F}{dx^4} + 2.\frac{d^4F}{d^2x^2dy^2} + \frac{d^4F}{dy^4}\right) + \text{etc.....(A)}$$

$$z = \pi + x\pi_1 + \frac{x^2}{1.2}\cdot\left(\frac{1}{K^2}\cdot\frac{d^2\pi}{dx^2} + \frac{d^2\pi}{dy^2}\right) + \frac{x^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{1}{K^2}\cdot\frac{d^2\pi_1}{dt^2} + \frac{d^2\pi_1}{dy^2}\right) + \frac{x^4}{1.2.3.4}\cdot\left(\frac{1}{K^2}\cdot\frac{d^4\pi}{dt^4} + \frac{2}{K^2}\cdot\frac{d^4\pi}{dt^4.dy^2} + \frac{d^4\pi}{dy^4}\right) + \text{etc.....(B)}$$

$$z = \Psi + y\Psi_1 + \frac{y^2}{1.2.}\cdot\left(\frac{1}{K^2}\cdot\frac{d^2\Psi}{dt^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2}\right) + \frac{y^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{1}{K^2}\cdot\frac{d^2\Psi_1}{dt^2} + \frac{d^2\Psi_1}{dy^2}\right) + \frac{y^4}{1.2.3.4}\cdot\left(\frac{1}{K^4}\cdot\frac{d^4\Psi}{dt^4} + \frac{2}{K^2}\cdot\frac{d^4\Psi}{dt^2.dy^2} + \frac{d^4\Psi}{dy^4}\right) + \text{etc.....(C)}$$

et ces trois développemens devront toujours s'accorder entre eux comme dérivant d'une même équation différentielle.

Si l'on veut que la vîtesse initiale soit nulle pour tous les points de la surface, on aura $F_1 = 0$, ainsi que ses dérivés, et le développement (A) deviendra

$$z = F + \frac{K^2 t^2}{1.2}\cdot\left(\frac{d^2F}{dx^2} + \frac{d^2F}{dy^2}\right) + \frac{K^4 t^4}{1.2.3.4}\cdot\left(\frac{d^4F}{dx^4} + 2\frac{d^4F}{dx^2.dy^2} + \frac{d^4F}{dy^4}\right) + \text{etc.} \quad \ldots \quad (A_1)$$

Ce sera désormais sous cette forme que nous l'emploierons.

Supposons que la plaque vibrante soit un rectangle situé dans le plan horizontal des coordonnées, et tel que les équations de ses limites soient

$$z = 0; \quad x = 0$$

y et t quelconques;

$$z = 0; \quad y = 0$$

x et t quelconques;

$$z = 0; \quad x = ma$$

y et t quelconques, et m un nombre entier positif;

$$z = 0; \quad y = nb$$

x et t quelconques, et n un nombre entier positif.

La première condition exige que z soit nul quand x est nul, quels que soint d'ailleurs y et t. Pour cela il faut que la fonction π soit nulle ainsi que ses dérivés, et le développement (B) devient

$$z = x\pi_1 + \frac{x^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{1}{K^2}\cdot\frac{d^2\pi_1}{dt^2} + \frac{d^2\pi_1}{dy^2}\right) + \frac{x^5}{1.2.3.4.5}\cdot\left(\frac{1}{K^4}\cdot\frac{d^4\pi_1}{dt^4} + \frac{2}{K^2}\cdot\frac{d^4\pi_1}{dx^2.dy^2} + \frac{d^4\pi_1}{dy^4}\right) + \text{etc...} \quad (B_1)$$

en sorte qu'en vertu de la première condition, z ne contient que des puissances impaires de x.

De même, pour que la seconde condition soit satisfaite, il faut que la fonction Ψ soit nulle, ainsi que ses coefficiens différentiels, et le développement (C) devient

$$z = y\Psi_1 + \frac{y^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{1}{K^2}\cdot\frac{d^2\Psi_1}{dt^2} + \frac{d^2\Psi_1}{dx^2}\right) + \frac{y^5}{1.2.3.4.5}\cdot\left(\frac{1}{K^4}\cdot\frac{d^4\Psi_1}{dt^4} + \frac{2}{K^2}\cdot\frac{d^4\Psi_1}{dt^2.dx^2} + \frac{d^4\Psi_1}{dy^4}\right) + \text{etc...} \quad (C_1)$$

en sorte qu'en vertu de la seconde condition, z ne contiendra que des puissances impaires de y.

Quoique nous n'ayons considéré les deux développemens (B) et (C) que chacun en particulier, le premier pour l'assujétir à la première condition, et le second à la seconde, nos conclusions n'en sont pas moins applicables, dans toute leur étendue, à la valeur de z, puisque les trois développemens (A), (B), (C) doivent toujours s'accorder entre eux.

Il suit de-là qu'en vertu des conditions relatives à l'immobilité des deux premières limites de la surface,

z ne contiendra que des puissances impaires de x et de y; et par conséquent si l'on fait successivement

$$x = +x' ; \quad x = -x'$$

dans la valeur de z, y et t étant quelconques, mais constantes, on aura deux résultats égaux et de signes contraires. Il en sera de même si l'on fait successivement

$$y = +y' ; \quad y = -y'$$

x et t étant quelconques, mais constantes.

XXIII.

Supposons que les conditions relatives à l'immobilité des deux dernières limites soient satisfaites, et voyons les conséquences qui en résultent pour le mouvement de la surface. Pour cela concevons d'abord qu'ayant divisé le côté ma du rectangle en m parties égales entre elles et à a, on applique au premier point de division un chevalet parallèle aux côtés adjacens, en sorte que l'on ait $z = 0$ quand $x = a$, y et t étant quelconques : je dis que l'on aura encore $z = 0$ quand x deviendra $2a$, $3a$, $4a$..... ma, y et t étant quelconques, ce qui exigera que la surface initiale soit convenablement déterminée ; et alors il y aura pendant le mouvement un nombre $m - 2$ de lignes de repos parallèles à la première.

Pour prouver cette assertion, soit $x = v + a$; l'équation différentielle en v sera la même qu'en x : d'où il suit que le développement de z en v aura la

même forme que celui de z en x. Or $x = a$ rend $z = 0$: donc $v = 0$, qui répond à $x = a$, devra aussi donner $z = 0$. Par conséquent, d'après la nature du développement de z en v, les puissances paires de v disparoîtront : d'où il suit qu'en changeant $+ v$ en $- v$, on aura deux valeurs de z égales et de signes contraires. Or $x = 0$ rendoit $z = 0$: donc $v = - a$, qui répond à $x = 0$, rendra aussi z nul, et par conséquent $v = + a$ jouira aussi de la même propriété. Mais $v = + a$ donne $x = 2a$: donc $x = 2a$ rendra $z = 0$. On peut déduire de là que $x = 3a$ donnera encore $z = 0$; et en poursuivant ce raisonnement on prouvera que z deviendra nul quand x deviendra $2a$, $3a$, $4a$..... ma, y et t étant quelconques.

En appliquant à y ce que nous venons de dire pour x, on en conclura de la même manière que si z devient égal à zéro quand $y = b$, les conditions des limites étant d'ailleurs satisfaites ; on aura encore $z = 0$ quand y deviendra $2b$, $3b$, $4b$..... nb, x et t étant quelconques. Si donc, ayant divisé le côté nb du rectangle en un nombre n de parties égales entre elles et à b, on applique au premier point de division un chevalet parallèle aux côtés adjacens du rectangle, il y aura sur la surface, pendant le mouvement, un nombre $n - 2$ de lignes de repos parallèles à la première ; ce qui n'influe pas sur celles qui pourront, d'après d'autres circonstances, s'établir encore sur la surface.

Il résulte de ce qui précède, que si l'on divise les côtés ma et nb, le premier en m, le second en n

parties égales, et qu'au premier point de division, en partant du même angle, on applique un chevalet parallèle aux côtés adjacens du rectangle; ce qui déterminera dans toute l'étendue de celui-ci deux lignes fixes qui se croiseront à angles droits, la surface, pendant son mouvement, sera partagée en un nombre mn de carreaux qui vibreront isolément, et dont les limites seront immobiles : mais il y aura certaines conditions à remplir pour que le mouvement puisse s'exécuter librement de cette manière.

XXIV.

En effet, soit $x = v + la$, l étant un nombre entier positif plus petit que m, le développement de z en v sera le même qu'en x. Or, dans les suppositions précédentes, $x = la$ donne $z = 0$: donc $v = 0$ devra aussi donner $z = 0$, et par conséquent les puissances impaires de v disparoîtront de la valeur de z. Si donc on fait successivement $v = +v_{,}$; $v = -v_{,}$, on aura deux valeurs de z égales et de signes contraires : d'où il suit que si l'on coupe la surface vibrante, à un instant quelconque, par un plan parallèle à celui des x et z, la courbe résultante de cette intersection coupera le plan des x, y, aux points dont les abscisses seront

$$0\,;\quad a\,;\quad 2\,a\,;\quad 3\,a\ldots\ldots\quad ma$$

et sera symétrique autour de chacun d'eux, quoiqu'elle puisse encore rencontrer dans d'autres points le plan des x, y.

Le même raisonnement prouvera que les intersections faites dans la surface parallèlement au plan de yz, rencontreront le plan des xy dans des points autour desquels elles seront symétriques et dont les ordonnées seront

$$o \quad b \quad 2b \quad 3b \quad nb$$

Ces conditions ayant lieu pour un temps quelconque, devront subsister encore à l'origine du mouvement; et par conséquent il faudra qu'elles soient remplies par la surface initiale; sans quoi, les lignes de repos ne pourroient s'établir comme nous l'avons supposé. Ces carreaux sont analogues aux ventres qui s'établissent dans les cordes vibrantes d'après la nature de leur courbure initiale.

XXV.

Cherchons maintenant à déterminer un temps après lequel tous les points de la surface reviennent simultanément à leur situation primitive. Les conditions du problème seront

$$z_{x,y,o.} = z_{x,y,\theta.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

En représentant par θ le temps cherché; et si sa valeur est indépendante de la nature de la surface initiale, il faudra que l'équation précédente puisse subsister, quels que soient x et y, et indépendamment de la forme des fonctions arbitraires qui complètent la valeur de z, en se conformant toutefois aux conditions que cette valeur doit remplir.

Or, dans les suppositions précédentes, la valeur de $z_{x,y,0}$ ne variera pas si on y change x en $x \pm 2a$, et y en $y \pm 2b$, ces changemens pouvant d'ailleurs être ou n'être pas simultanés. Si donc on représente par u la quantité $z_{x,y,0}$, et par h et $h_{,}$ les accroissemens $\pm 2a$, $\pm 2b$, on aura en général

$$
\begin{aligned}
z_{x,y,0} = u &+ h\frac{du}{dx} + h_{,}\frac{du}{dy} \\
&+ \frac{1}{1.2}\left\{\begin{array}{ll} h^2 & \frac{d^2u}{dx^2} \\ +\,2hh_{,} & \frac{d^2u}{dx.dy} \\ +\,h_{,}^2 & \frac{d^2u}{dy^2}\end{array}\right. \\
&+ \frac{1}{1.2.3}\left\{\begin{array}{ll} h^3 & \frac{d^3u}{dx^3} \\ +\,3h^2h_{,} & \frac{d^3u}{dx^2.dy} \\ +\,3hh_{,}^2 & \frac{d^3u}{dx.dy^2} \\ +\,h_{,}^3 & \frac{d^3u}{dy^3}\end{array}\right. \\
&+ \frac{1}{1.2.3.4}\left\{\begin{array}{ll} h^4 & \frac{d^4u}{dx^4} \\ +\,4h^3h_{,} & \frac{d^4u}{dx^3.dy} \\ +\,6h^2h_{,}^2 & \frac{d^4u}{dx^2.dy^2} \\ +\,4hh_{,}^3 & \frac{d^4u}{dx.dy^3} \\ +\,h_{,}^4 & \frac{d^4u}{dy^4}\end{array}\right. \\
&+ \text{etc.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (D)
\end{aligned}
$$

En donnant successivement aux quantités h et $h_{,}$ les valeurs positives ou négatives dont elles sont susceptibles, on pourra faire disparoître les termes multipliés par des puissances impaires de h ou de $h_{,}$; mais jamais on ne parviendra par ces seules substitutions à faire disparoître en même temps de $z_{x,y,o}$ des termes affectés des puissances paires de h et de $h_{,}$: on réduira ainsi le développement (D) à cette forme

$$z_{xyo} = u + \frac{1}{2}\left\{ h^2 \frac{d^2u}{dx^2} + h_{,}^2 \frac{d^2u}{dy^2} \right.$$

$$+ \frac{1}{1.2.3.4}\left\{ h^4 \frac{d^4u}{dx^4} + 6.\, h^2 h_{,}^2 \frac{d^4u}{dx^2.dy^2} + h_{,}^4 \frac{d^4u}{dy^4} \right.$$

$$+ \frac{1}{1.2.3.4.5.6}\left\{ h^6 \frac{d^6u}{dx^6} + 3.5.\, h^4 h_{,}^2 \frac{d^6u}{dx^4.dy^2} + 3.5.\, h^2 h_{,}^4 \frac{d^6u}{dx^2.dy^4} + h_{,}^4 \frac{d^6u}{dy^4} \right.$$

$$+ \text{etc.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(E)}$$

le coefficient de $\frac{d^{2i+2i'}u}{dx^{2i}.dy^{2i'}}$ étant $\frac{h^{2i}.h_{,}^{2i'}}{1.2.3.\ldots.2i\ 1.2.3.\ldots.2i'}$

Maintenant le développement de z en t donne, quand $t = \theta$,

$$z_{x,y,\theta} = u + \frac{\theta^2 K^2}{1.2}\left\{\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2}\right.$$

$$+ \frac{\theta^4 K^4}{1.2.3.4}\left\{\frac{d^4u}{dx^4} + 2\frac{d^4u}{dx^2.dy^2} + \frac{d^4u}{dy^4}\right.$$

$$+ \frac{\theta^6 K^6}{1.2.3.4.5.6}\left\{\frac{d^6u}{dx^6} + 3\frac{d^6u}{dx^4.dy^2} + 3\frac{d^6u}{dx^2.dy^4} + \frac{d^6u}{dy^6}\right.$$

$$+ \text{etc.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (F)$$

le coefficient de

$$\frac{d^{2i+2i'}u}{dx^i.dy^{i'}}$$

étant

$$\frac{1}{1.2.3.\ldots.2i+2i'} \cdot \frac{1.2.3.\ldots.i+i'}{1.2.3.\ldots.i \quad 1.2.3.\ldots.i'}$$

Les valeurs de $z_{x,y,0}$ et de $z_{x,y,\theta}$ étant ainsi développées suivant deux séries qui ne contiennent que les mêmes coefficiens différentiels de la fonction u, pour que l'équation

$$z_{x,y,0} = z_{x,y,\theta}$$

soit satisfaite indépendamment de la forme de cette fonction, et d'après la seule détermination de θ, il faut que les seconds membres des équations (E) et (F) soient identiques, sans que les coefficiens différentiels de u cessent d'être arbitraires. Or la comparaison des termes affectés de $\frac{d^2u}{dx^2}$ donne

$$\theta^2 K^2 = h^2$$

d'où

$$\theta = \pm \frac{h}{K}$$

et comme cette valeur de θ ne rend pas les autres termes identiques, il s'ensuit que l'équation (1) ne sauroit être satisfaite indépendamment de la forme de u ou $z_{x,y,0}$, et par conséquent *le temps θ après lequel tous les points de la surface vibrante reviennent simultanément à leur position primitive, dépend toujours de la nature de la surface initiale.*

XXVI.

Ce que nous venons de démontrer en général peut se voir fort simplement sur un exemple. En effet, si l'on prend

$$z = A \sin.\left(\frac{\pi x}{a}\right).\sin.\left(\frac{\pi y}{b}\right).\cos.\left(K\pi\sqrt{\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}}.\ t\right)+\ldots.$$
$$+B \sin.\left(\frac{i\pi x}{a}\right).\sin.\left(\frac{i'\pi y}{b}\right).\cos.\left(K\pi\sqrt{\frac{i^2}{a^2}+\frac{i'^2}{b^2}}.\ t\right)+\text{etc.}$$

i et i' étant des nombres entiers quelconques, et π la demi-

circonférence dans le rayon égal, cette valeur, comprise dans l'intégrale générale, et composée d'un nombre indéfini de termes indépendans les uns des autres, vérifiera l'équation différentielle proposée, satisfera à toutes les conditions des limites; et cependant la surface ne reviendroit pas à son état initial, à moins que l'on ne particularisât cette valeur. En effet, cela ne sauroit arriver, à moins que $K\theta\sqrt{\frac{i^2}{a^2}+\frac{i'^2}{b^2}}$ ne fût un nombre entier; et c'est ce qui ne peut pas être en même temps pour toutes les valeurs de i et de i'. On voit d'ailleurs que cette intégrale donne les lignes de repos dont nous avons précédemment parlé.

La dépendance que nous venons de démontrer n'a plus lieu d'une manière nécessaire dans le mouvement des cordes vibrantes; car si l'on fait abstraction de la variable y, les valeurs de $z_{x,y,0}$ et de $z_{x,y,\theta}$ deviennent

$$z_{x,y,0} = u + \frac{1}{2}\,h^2.\,\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{1}{1.2.3.4}.\,h^4.\,\frac{d^4u}{dx^4} + \frac{1}{1.2.3.4.5.6}.\,h^6.\,\frac{d^6u}{dx^6} + \text{etc.}$$

$$z_{x,y,\theta} = u + \frac{1}{2}\,\theta^2K^2\,\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{1}{1.2.3.4}.\,\theta^4K^4.\,\frac{d^4u}{dx^4} + \frac{1}{1.2.3.4.5.6}.\,\theta^6K^6.\,\frac{d^6u}{dx^6} + \text{etc.}$$

et sont identiques lorsque $\theta^2K^2 = h^2$, quoiqu'elles puissent encore être égales pour d'autres valeurs de θ, dépendantes de la forme de u; c'est-à-dire

que la corde revient à son état initial après un temps $\theta = \frac{h}{K}$, qui ne dépend point de la figure initiale, mais qu'elle pourra encore y revenir, avant ou après ce temps, un nombre de fois dépendant de la nature de la courbe initiale.

Les résultats précédens paroissent confirmés par l'expérience; car lorsque l'on fait vibrer entre des limites fixes une plaque rectangulaire de verre au moyen d'un archet, les sons varient avec la position de l'archet, par rapport à la surface, même lorsque le point d'application ne varie pas : au lieu que dans les cordes vibrantes, soit que l'on fasse varier ou non l'inclinaison de l'archet et son point d'application, on entend toujours plus ou moins le son principal dépendant du temps $\frac{h}{K}$.

XXVII.

Nous allons maintenant démontrer que si la surface revient à son état initial après le temps θ, elle y reviendra encore après le temps 2θ, 3θ, 4θ..... $l\theta$, l étant un nombre entier quelconque.

Pour cela reprenons le développement

$$z_{x,y,t} = u + \frac{t^2 K^2}{1.2}\cdot\left(\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2}\right) + \frac{t^4 K^4}{1.2.3.4}\cdot\left(\frac{d^4 u}{dx^4} + 2\frac{d^4 u}{dx^2.dy^2} + \frac{d^4 u}{dy^4}\right) + \text{etc.} \quad (1)$$

Si $t = \theta$ donne, comme on le suppose, $z_{x,y,\theta} = z_{x,y,o}$; il faudra qu'on ait, quels que soient y et x,

$$o = \frac{\theta^2 K^2}{1.2}\cdot\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2}\right) + \frac{\theta^4 K^4}{1.2.3.4}\cdot\left(\frac{d^4u}{dx^4} + 2\,\frac{d^4u}{dx^2.dy^2} + \frac{d^4u}{dy^4}\right) + \text{etc.} \quad \text{(K)}$$

Faisons $t = t_{,} + \theta$, l'équation différentielle en $t_{,}$ sera la même qu'en t; et par conséquent l'on aura, en désignant par π et $\pi_{,}$ deux fonctions arbitraires de y et de x,

$$z_{x,y,t_{,}+\theta} = \pi + K t_{,}\pi_{,} + \frac{K^2 t_{,}^2}{1.2}\cdot\left(\frac{d^2\pi_{,}}{dx^2} + \frac{d^2\pi}{dy^2}\right) + \frac{K^3 t_{,}^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{d^2\pi_{,}}{dx^2} + \frac{d^2\pi_{,}}{dy^2}\right) + \text{etc.} \quad (2)$$

Cette équation doit s'accorder avec l'équation (1) : or $t = \theta$ donne $z_{x,y,\theta} = z_{x,y,o}$; donc $\pi = z_{x,y,o} = u$.

Après cette modification l'équation (2) devient

$$z_{x,y,t_{,}+\theta} = u + K t_{,}\pi_{,} + \frac{K^2 t_{,}^2}{1.2}\cdot\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2}\right) + \frac{K^3 t_{,}^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{d^2\pi_{,}}{dx^2} + \frac{d^2\pi_{,}}{dy^2}\right) + \text{etc.} \quad (3)$$

Soit maintenant $t_{,} = -\theta$; les termes affectés des

puissances paires de θ disparoîtront en vertu de l'équation (K), et il viendra

$$0 = \theta K \pi_1 + \frac{\theta^3 K^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{d^2\pi_1}{dx^2} + \frac{d^2\pi_1}{dy^2}\right) + \frac{\theta^5 K^5}{1.2.3.4.5}\cdot\left(\frac{d^4\pi_1}{dx^4} + 2\frac{d^4\pi_1}{dx^2.dy^2} + \frac{d^4\pi_1}{dy^4}\right) + \text{etc.} \quad (K_1)$$

Il faut bien observer que ces équations résultent nécessairement de ce que $z_{x,y,0} = z_{x,y,\theta}$, x et y étant quelconques; en sorte qu'elles se trouveront satisfaites dès que cette condition sera vérifiée. Maintenant si l'on fait $t_1 = \theta$ dans l'équation (3), les termes pairs disparoîtront en vertu de l'équation (K); les termes impairs, en vertu de l'équation (K_1); et il viendra

$$z_{x,y,2\theta} = z_{x,y,0}$$

x et y étant quelconques.

De même, si l'on fait

$$t = t_2 + 2\theta$$

l'équation différentielle en t_2 sera la même qu'en t; d'où il suit que la valeur de z sera aussi de même forme. Une des fonctions arbitraires se déterminera par la condition que $z_{x,y,2\theta} = z_{x,y,0}$; et il viendra

$$z_{x,y,t+2\theta} = u + K t_2 \Psi_1 + \frac{K^2 t_2^2}{1.2}\cdot\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2}\right) + \frac{K^3 t_2^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{d^2\Psi_1}{dx^2} + \frac{d^2\Psi_1}{dy^2}\right) + \text{etc.}$$

Pour que $t_2 = -\theta$ donne $z_{x,y,\theta} = z_{x,y,0}$, ce qui doit avoir lieu par ce qui précède, il faut qu'on ait

$$0 = K\theta_2\Psi_1 + \frac{K^3\theta^3}{1.2.3}\cdot\left(\frac{d^2\Psi_1}{dx^2} + \frac{d^2\Psi_1}{dy^2}\right) + \frac{K^5\theta^5}{1.2.3.4.5}\cdot\left(\frac{d^4\Psi_1}{dx^4} + 2\frac{d^4\Psi_1}{dx^2.dy^2} + \frac{d^4\Psi_1}{dy^4}\right) + \text{etc.} \quad (K_2)$$

d'où il résulte que si l'on fait $t_2 = \theta$, on aura encore

$$z_{x,y,3\theta} = z_{x,y,0}$$

et en poursuivant ce raisonnement, dont rien ne limite la généralité, on prouvera que si

$$z_{x,y,\theta} = z_{x,y,0}$$

x et y étant quelconques, on aura par cela seul

$$z_{x,y,l\theta} = z_{x,y,0}$$

x et y étant encore quelconques. Ce qui fait voir que la surface reviendra à son état initial après des intervalles de temps égaux à θ, 2θ, 3θ..... $l\theta$, si elle y revient une seule fois après le temps θ.

Quant aux équations (K), (K_1), (K_2)..... elles n'établissent pas de nouvelles conditions à remplir par le moyen de la fonction u; mais elles résultent nécessairement les unes des autres, comme on vient de le voir. Il est aisé de s'assurer qu'elles signifient que si l'équation (K) est satisfaite lorsque $t = \theta$, elle le sera encore, et de la même manière, quand on fera

$t = 2\theta, 3\theta \ldots\ldots l\theta$, l étant un nombre entier quelconque. C'est ce qui doit en effet avoir lieu lorsque $z_{x,y,l\theta} = z_{x,y,0}$.

XXVIII.

Notre but dans les recherches précédentes étoit sur-tout de faire voir l'usage des séries qui représentent les intégrales générales des équations différentielles partielles, et de montrer par un exemple comment elles peuvent servir pour la résolution des problèmes, pourvu toutefois que l'on n'en déduise que des propriétés indépendantes de leur convergence. Il est facile de sentir que cette condition est nécessaire pour que les résultats obtenus de cette manière soient rigoureux; et nous avons eu soin de ne pas nous en écarter, car nous n'avons considéré que les propriétés dépendantes de la forme de nos séries, et nullement leurs valeurs particulières.

Dans un autre mémoire, j'examinerai l'étendue des intégrales particulières des équations différentielles partielles. Je ferai voir que, dans certains cas, lorsque ces intégrales sont composées d'un nombre indéfini de termes indépendans les uns des autres, elles ont la même étendue que l'intégrale générale, dont elles ne sont qu'une transformation, et peuvent dans les applications servir à la remplacer, lors même que cette intégrale générale est impossible en termes finis.

MÉMOIRE

Sur l'analyse des calculs urinaires humains, et sur les divers matériaux qui les forment.

Par les citoyens Fourcroy et Vauquelin.

Lu le 6 vendémiaire an 7.

C'est en vain qu'on parcourt les annales de la science chimique et médicale pour trouver avant l'année 1776 quelques notions exactes sur la nature intime des calculs urinaires humains. Dans les temps qui se sont écoulés entre Galien et Hales, on ne voit que fictions plus ou moins ridicules ; il ne nous est pas même permis d'en excepter Van-Helmont, dont le traité si vanté *de Lithiasi* annonce beaucoup d'esprit dans son auteur, mais une imagination trop exaltée pour pouvoir fournir quelque base aux connoissances physiques. Hales, après avoir suivi avec finesse la comparaison déja ancienne du calcul de la vessie avec le tartre, n'en a pas mieux pour cela déterminé la nature ; et sa prétendue composition solide par l'air, dont il a essayé de faire un aimant des corps, quoiqu'adoptée avec une sorte d'enthousiasme, a disparu avec beaucoup d'autres idées plus ou moins ingénieuses, lors des découvertes sur les gaz, qui ont opéré la révolution de la chimie.

Boerhaave, Denys, Détharding, Hartley, Morand, Palucci, Lobb, Wyth, Desault, Launcy, Tenon, et beaucoup d'autres encore qui ont écrit *ex professo* sur le calcul urinaire, n'ont donné que des erreurs, des hypothèses, marquées d'espace en espace par quelques vues utiles ou par quelques aperçus ingénieux.

En 1776 Schéele a fait une des plus singulières découvertes parmi celles qui illustreront la fin du dix-huitième siècle dans ses progrès sur la chimie animale. En confirmant sa découverte de l'acide *lithique*, que nous nommerons dorénavant acide urique, plusieurs chimistes modernes y ont ajouté cette modification générale, que cet acide ne constituait pas toujours seul le calcul vésical humain. Mais cette modification, cette sorte d'amendement à la découverte de l'illustre Schéele, n'a encore été jusqu'ici qu'un germe infécond, quoiqu'il renfermât plusieurs vérités utiles et quelques autres découvertes importantes.

Dans la position où nos recherches multipliées nous ont placés, il ne nous est pas possible de concevoir comment un homme aussi habile et aussi industrieux en expériences que l'était Schéele, a pu trouver une parfaite identité entre divers calculs urinaires, sur-tout entre ceux à surface lisse et à couleur jaune qui sont presque toujours à la vérité de l'acide urique pur, et ceux à couches blanches, à couches variées, à surfaces mûrales ou hérissées, qui ne sont composées que de matières fort différentes de cet acide; au moins devons-nous supposer que cet illustre chimiste n'a examiné qu'un

petit nombre de calculs. Il ne nous est pas plus facile d'entendre comment les chimistes qui, en répétant ses expériences, ont obtenu des résultats assez différens pour annoncer que les calculs n'étaient pas tous formés de la même matière; comment MM. Link, Walther le fils, Hartenkeil, et sur-tout M. Pearson qui dit avoir examiné plus de trois cents calculs urinaires humains, et qui a dû rencontrer dans son examen plusieurs espèces très-distinctes de ces concrétions, n'ont rien dit, et semblent n'avoir rien vu sur les différences de composition des calculs, et sur la nature des diverses matières que nous y avons trouvées. Nous ne pouvons expliquer cette espèce de phénomène chimique qu'en supposant que leur examen n'a été en quelque sorte que superficiel, qu'ils se sont contentés de prouver qu'il y avait souvent autre chose que de l'acide urique dans les calculs urinaires, et de croire, d'après les seuls essais qu'ils ont faits, que cette autre matière était constamment du phosphate de chaux, ou la base des os : ce qui peut paraître en effet d'autant plus naturel que ce sel terreux, contenu assez abondamment dans les urines, en est un des matériaux les moins solubles et les plus faciles à précipiter. Aussi trouve-t-on dans la dissertation de M. Pearson l'expression du doute, et presque de l'incertitude, sur la matière des calculs urinaires non solubles dans l'alcali ; il dit souvent que cette matière *lui a paru* être du phosphate de chaux.

Il n'y avait donc véritablement qu'une analyse exacte, que des expériences très-soignées et poussées aussi

loin que l'état actuel de la chimie le permettait, qui pouvaient nous conduire à d'autres résultats; et c'est parce que nos recherches nouvelles étaient entreprises avec cette intention de voir plus et de pénétrer en quelque sorte plus avant dans la nature des concrétions urinaires humaines, qu'elles nous ont menés à des découvertes dont nous ne pouvions avoir aucune connaissance préliminaire. Il sera donc utile et à l'histoire et aux progrès de la science, qu'avant de décrire nos analyses particulières, avant de disposer d'après elles les espèces et les variétés de calculs urinaires humains qu'elles nous ont engagés à distinguer, nous fassions connaître avec les détails suffisans comment nous sommes parvenus à acquérir sur la nature des différens matériaux qui constituent ces concrétions, des notions nouvelles et différentes de celles qu'on avait recueillies avant notre dernier travail.

La route des véritables découvertes est presque toujours si étroite, si tortueuse et si cachée, qu'on ne saurait mettre trop de soin à la tracer, et à poser sur les chemins que l'on a parcourus des jalons qui empêchent les autres de s'égarer : tel est l'objet de ce mémoire.

Dans des expériences anciennes, et qui datent de 1786 à 1793, nous avions déja reconnu, avec plusieurs autres chimistes, et comme je l'ai dit ailleurs, que tous les calculs de la vessie humaine n'étaient pas entièrement ou complétement dissolubles dans les lessives d'alcali caustique, quoique Schéele l'eût expressément annoncé; et la matière également insoluble dans l'eau, qui résistait à l'action des alcalis, nous avait d'abord paru,

comme aux chimistes cités, de véritable phosphate de chaux. Mais dans nos dernières recherches, ayant eu occasion d'observer que non seulement quelques calculs urinaires n'étaient qu'en partie dissolubles dans la soude ou la potasse, et qu'alors ils avaient une structure, une couleur, un tissu, différens de ceux des calculs qui y étaient entièrement solubles, mais encore qu'il en existait aussi qui, n'étant point attaquables du tout par ces dissolvans énergiques, nous offraient en même temps des propriétés physiques ou apparentes plus ou moins éloignées de celles des deux genres précédens; nous commençâmes à entrevoir que les concrétions urinaires humaines ne différaient pas seulement entre elles par la proportion variée de matière soluble et de matière indissoluble dans les alcalis qu'elles contenaient, mais encore que si la portion dissoluble par ces corps qui en faisait partie, était dans toutes de la même nature, la portion inattaquable, dont ils étaient quelquefois, ou entièrement formés, ou mélangés en plus ou moins grande quantité, n'était pas toujours semblable à elle-même. Ainsi il nous parut dès lors vraisemblable qu'il y avait au moins trois matériaux qui constituaient en tout ou en partie les calculs urinaires humains; et comme avant cette idée, qui ne nous avait été inspirée que par nos nouveaux et derniers essais, nous n'avions admis comme matériaux des calculs urinaires que deux substances, savoir l'acide urique et le phosphate de chaux, nous sentîmes que pour confirmer ou détruire cette opinion sur un triple composant, opinion qui n'était

presque encore qu'une vue ou qu'un aperçu, il n'y avait d'autre moyen que de multiplier les expériences et d'examiner, soit les matières non dissolubles dans l'alcali, soit les calculs entiers qui nous avaient déja paru, ou en presque totalité, ou entièrement indissolubles dans ce réactif.

Il fallait en quelque sorte quitter les sentiers battus dans l'analyse ordinaire des calculs; il fallait ne pas s'en tenir à les essayer par les lessives alcalines caustiques, et par l'acide nitrique, comme on l'avait fait jusque-là presqu'exclusivement. Il était sur-tout nécessaire d'employer successivement plusieurs réactifs, dont l'influence séparée pût nous fournir des résultats certains sur les diverses matières composantes qu'il nous était non seulement permis, mais même en quelque sorte ordonné d'admettre dans les concrétions urinaires. Nous devions multiplier et varier assez nos procédés analytiques pour qu'il ne nous restât aucun doute sur les conclusions qu'ils pourraient nous fournir. Ce fut en suivant cette marche que nous reconnûmes bientôt, non seulement une autre substance que l'acide urique et le phosphate de chaux parmi les matériaux des calculs de la vessie, un troisième principe de ces concrétions, mais successivement un quatrième composé, un cinquième, et enfin un sixième. Mais nous nous sommes proposé de décrire avec exactitude comment chacune de ces découvertes a été faite; d'associer en quelque manière les chimistes à nos propres travaux; et de les conduire avec précision dans les routes que nous avons parcourues.

Ce n'est pas en énonçant simplement nos résultats que nous remplirons ce but. Indiquons donc comment chaque matière différente de l'acide urique et du phosphate de chaux s'est présentée à nous, et par quel moyen chacune d'elles a été découverte.

Un des premiers calculs que nous avons examinés avec soin, et qui a mérité toute notre attention, était formé de deux matières séparées très-différentes l'une de l'autre par leur apparence, leur tissu, leur structure et toutes leurs propriétés physiques. Il suffisait de les considérer après avoir scié cette concrétion de manière que la section passât par le centre, pour se convaincre de cette différence. Au-dessus d'une substance d'un jaune de bois, qui en formait l'intérieur et la plus grande masse, et qui était déposée en couches homogènes et régulières, existait une croûte irrégulière plus ou moins épaisse, blanche, d'un tissu brillant, lamelleux, spathique, qui avait enveloppé la première, et annonçait manifestement une précipitation d'un autre genre, faite par un autre mode de cristallisation, et dans une autre disposition de l'urine qui avait donné naissance à toutes les deux. Chacune de ces matières fut examinée à part après les avoir séparées avec soin ; la substance intérieure fut complétement dissoute par la lessive de soude caustique, sans résidu et sans odeur d'ammoniaque : c'était de l'acide urique pur; la matière extérieure ne fut point sensiblement dissoute par le même alcali, qui, cependant, en dégagea de l'ammoniaque, et lui fit perdre par-là une petite portion de son poids. En examinant cette matière après la légère action

de l'alcali, on trouva qu'elle contenait de la magnésie ; et la lessive alcaline traitée par l'eau de chaux donna un précipité de phosphate de chaux.

Une autre portion de la même enveloppe blanche et spathique de ce calcul à deux substances distinctes fut dissoute dans l'acide sulfurique, et fournit du sulfate ammoniaco-magnésien ; l'acide muriatique et l'acide nitrique la dissolvirent également sans résidu, et les alcalis fixes séparèrent ensuite de ces dissolutions de la magnésie, reconnaissable par toutes ses propriétés, en même temps qu'ils en dégagèrent de l'ammoniaque. Cette partie extérieure blanche et spathiforme du calcul était donc du phosphate ammoniaco-magnésien, dont aucun chimiste n'avait encore indiqué la présence, ni dans l'urine humaine, ni dans le calcul urinaire, et que nous n'avions encore trouvé jusque-là que dans des concrétions intestinales de cheval.

Cette première découverte a été depuis confirmée sur plus de trente calculs vésicaux différens, comme nous le ferons voir, et nous avons poussé la connaissance et l'examen de cette matière assez loin, non seulement pour la compter au nombre des matériaux les plus fréquens du calcul urinaire humain, mais encore pour la trouver comme un des composans primitifs de quelques-uns d'entre eux, et pour y indiquer des caractères si prononcés et si tranchés soit dans ses seules propriétés physiques, soit dans ses propriétés chimiques, qu'en la considérant par la suite en particulier comme principale base d'une espèce de calculs, nous espérons que ce qui

en sera dit suffira désormais pour la reconnaître et la distinguer presqu'au premier aspect.

On sent bien qu'une pareille découverte, à laquelle nous étions bien loin de nous attendre, nous a paru de nature à avoir une influence remarquable sur la chimie animale. Nous n'avions pas même soupçonné jusqu'ici la présence de la magnésie dans les humeurs du corps humain; nous n'avions pas présumé qu'elle fît partie des matières excrémentielles évacuées par l'urine; et l'un de nos premiers soins a été de la rechercher dans cette liqueur : on verra par la suite de nos recherches dans quel état et dans quelle proportion nous l'y avons trouvée. Il nous suffira d'annoncer ici que, combinée avec l'acide phosphorique dans ce liquide, elle y devient infiniment moins soluble, et très-disposée à la précipitation lorsque l'ammoniaque, par quelque cause qu'elle s'y trouve en même temps, vient s'y associer en combinaison saline triple. Nous ferons remarquer d'après cette propriété de précipitation si facile et si abondante dans son état de trisule, que ce phosphate ammoniaco-magnésien est presque toujours la dernière matière ajoutée aux calculs vésicaux humains, et la source la plus commune de ces concrétions d'un énorme volume, et d'un poids extraordinaire, qui, en surchargeant la vessie, et la remplissant quelquefois toute entière, ont ôté jusqu'ici, même la possibilité de pratiquer la lithotomie.

Après avoir reconnu ce nouveau composant des calculs urinaires humains, après l'avoir examiné par un assez grand nombre de procédés variés, pour n'avoir au-

cun doute sur sa nature, après avoir même recherché et trouvé des moyens d'en faire une analyse exacte, et d'y déterminer les proportions d'acide phosphorique, de magnésie et d'ammoniaque, nous nous aperçûmes que ces proportions, sur-tout par rapport à l'ammoniaque, variaient dans divers calculs, ainsi que nous aurons soin de le décrire en traitant des variétés de ces concrétions. Nous ne laissâmes plus ensuite aucun des calculs que nous avions à examiner, sans y rechercher la présence de ce nouveau principe; et nous apprîmes sur plus de trente échantillons que le phosphate ammoniaco-magnésien, outre la variation dans la proportion de ses principes constituans, se rencontrait sous quatre formes de composition, ou plutôt dans quatre états différens dans les divers calculs où il existait : 1°. pur et isolé, formant des couches distinctes; 2°. mêlé avec le phosphate calcaire; 3°. mêlé avec l'acide urique; 4°. mêlé avec l'un et l'autre de ces deux matériaux des calculs. Nous conçûmes alors que chacun de ces états différens, qui se rencontrent aussi par rapport aux autres matières constituantes des calculs urinaires, devait entrer comme caractère essentiel dans la distinction et la classification chimique de ces concrétions humaines. On verra quel parti nous avons cru devoir tirer de ces états du phosphate ammoniaco-magnésien pour la disposition de plusieurs espèces dans le calcul. Ce travail nous a fait spécialement découvrir que presque jamais un calcul urinaire humain n'est formé du seul phosphate ammoniaco-magnésien, et que ce sel triple est au moins mélangé avec le

phosphate de chaux. Le même travail nous a prouvé que jamais aussi le phosphate de chaux ne constitue seul le calcul urinaire, et qu'il est toujours accompagné, ou de l'acide urique, ou du phosphate ammoniaco-magnésien, ou de ces deux matières à la fois.

Nous n'exposerons ici ni les caractères extérieurs par lesquels nous avons appris à distinguer ce phosphate triple, non plus que son mélange avec celui de chaux et avec l'acide urique, ni toutes les propriétés chimiques qui servent à le faire reconnaître. Il nous suffira, dans ce tableau général du résultat de nos recherches, d'annoncer qu'elles nous ont fourni pour l'un et l'autre de ces objets des procédés simples, et qui seront à la portée des gens de l'art possédant les premières notions de la chimie moderne. L'exposition détaillée de ces procédés sera réservée pour la partie de notre travail qui a pour objet la distinction et la description des espèces et des variétés en particulier.

Nous dirons encore à l'occasion de cette découverte du phosphate ammoniaco-magnésien dans les calculs urinaires humains, que la nécessité où nous nous sommes trouvés de le bien distinguer du phosphate de chaux avec lequel nous l'avions d'abord confondu dans nos anciennes expériences, celles de 1786 à 1793, et de le séparer d'avec ce composé terreux pour en estimer les proportions relatives dans les calculs où les deux phosphates terreux sont mêlés, nous a forcés de nous assurer de la nature de ce dernier par des essais non équivoques, afin de dissiper le doute ou l'incertitude qui

semblaient avoir été répandus sur la présence de ce sel, analogue à la base des os. On trouvera, comme pour le précédent, dans l'histoire détaillée des espèces et de leurs variétés, un exposé fidèle des moyens qui peuvent être mis en usage pour reconnaître facilement le phosphate de chaux.

Nous réserverons de même pour le lieu où nous traiterons en particulier des concrétions formées par ces phosphates, d'indiquer l'influence que l'existence de la magnésie dans les liquides du corps humain doit avoir sur la physique qui en explique les fonctions : nous n'avons pour but dans ce premier mémoire que d'offrir dans un cadre général les principaux faits nouveaux que nos analyses d'un grand nombre de calculs urinaires nous ont présentés, et de faire connaître la nature diverse des matériaux que nous y avons trouvés, ainsi que la route qui nous a conduits à ces découvertes.

Après celle du phosphate ammoniaco-magnésien que de nombreuses expériences nous ont fait rencontrer le plus communément parmi ces matériaux, il en est une qui nous a causé encore plus de surprise, parce qu'aucune présomption, aucune notion préliminaire ne pouvait ni en annoncer la possibilité, ni en donner même la plus légère idée. Quoique le résultat de cette seconde découverte soit devenu depuis un des objets qui se sont présentés le plus souvent à nos expériences, et qui nous ont montré une des plus saillantes et des plus remarquables différences entre les calculs urinaires ; il y a lieu de croire que, sans le parti que nous avions pris

d'examiner les concrétions avec un grand soin, et d'en poursuivre l'analyse avec une sorte d'opiniâtreté, soit pour la connaissance exacte de tous leurs principes constituans, soit pour la différence qui pouvait exister entre elles, cette découverte vraiment singulière et inattendue nous aurait échappé. Déja même quelques calculs qui devaient nous la fournir, ne nous avaient paru être que du phosphate de chaux dans un état de densité à la vérité très-remarquable; et ce ne fut qu'à la vingt-deuxième analyse exacte que nous nous aperçûmes que cette espèce de concrétion, (car on verra bientôt que la matière qui les forme doit en constituer une véritable espèce particulière), n'était pas du phosphate de chaux. Il est question ici des calculs qui, à la forme tuberculeuse, épineuse, ou hérissée de leur surface, joignent une couleur grise foncée, brunâtre ou noirâtre, et une dureté considérable. On les a sans doute nommées *pierres mûrales* ou *moriformes*, à cause de leur figure oblongue orbiculaire, de leur surface mamelonée, et de leur couleur brune, assez semblable à celle des *mûres*. La difficulté de les scier, leur couleur constamment rembrunie, ou fuligineuse à la surface, et d'un gris foncé ou brun en dedans, leur résistance à la scie, le beau poli presque siliceux qu'elles prennent par cette opération, la forme ondulée et le rapprochement de leurs couches, l'odeur fade d'os ou d'ivoire qu'elles répandent quand on les scie, nous auraient avertis en vain qu'elles devaient différer des calculs formés d'acide urique, et de ceux composés de phosphate ammoniaco-magnésien, et

de phosphate de chaux : les expériences ou les méthodes d'analyses accoutumées les auraient toujours fait confondre avec ceux de phosphate calcaire ; et cette erreur, commise déja dans nos premiers essais, se serait perpétuée, si, en examinant le vingt-deuxième calcul soumis à nos recherches, deux faits nouveaux, dont les autres ne nous avaient point encore offert d'exemple, n'avaient appelé toute notre attention, et ne nous avaient point engagés à le traiter par d'autres moyens que ceux qui avaient été employés jusque-là.

L'acide urique ayant été d'abord le principal objet de nos recherches, son existence et sa proportion étant un des principaux faits que nous devions constater, le premier et le plus puissant réactif qui nous servait pour notre examen était une lessive alcaline caustique. Cinq phénomènes variant dans son usage, qui consiste simplement à la triturer à froid avec le calcul réduit en poussière fine, nous servaient à reconnaître d'abord d'une manière générale, et à déterminer ensuite la nature et la proportion diverses de chacune des matières que nous avions déja reconnues dans les calculs, et qui se trouvaient ou seules ou mêlées deux à deux ou trois à trois dans ces concrétions. En effet, 1°. L'alcali dissolvait entièrement la poussière calculeuse, et sans répandre d'odeur d'ammoniaque ; et alors le calcul était formé d'acide urique pur, et sans aucune autre substance étrangère. 2°. Ou bien sa dissolution était complète, comme dans le premier cas : mais elle était accompagnée d'une forte odeur d'ammoniaque, et alors le calcul

offrait les caractères d'urate d'ammoniaque seul et sans phosphate, indissoluble dans le réactif alcalin. 3°. Ou bien l'alcali ne dissolvait qu'une partie de la poussière sans exhaler d'odeur ammoniacale ; et dans ce troisième cas assez rare, il annonçait le mélange d'acide urique et de phosphate de chaux, dont il servait à faire le départ. 4°. D'autres fois, en n'opérant qu'une dissolution partielle de l'acide urique, la lessive d'alcali fixe dégageait de l'ammoniaque, et, dans cette dernière circonstance appréciée et bien reconnue par un grand nombre d'essais, l'action alcaline était double sur un calcul encore mixte; dissolution d'acide urique, d'une part, et décomposition de phosphate ammoniaco-magnésien, de l'autre. Aussi, après le traitement de ce genre de calculs mixtes par la lessive alcaline caustique, la portion non dissoute contenait-elle de la magnésie qu'on retrouvait par l'action de l'acide acéteux, et de la potasse caustique qu'on y ajoutait; tandis que la lessive alcaline contenait alors de l'acide phosphorique qu'on en séparait par l'eau de chaux, et de l'acide urique qu'on en précipitait en poussière cristalline par l'acide muriatique ou par l'acide acéteux. 5°. Enfin, il se présentait quelquefois dans le traitement de la poussière calculeuse par la lessive alcaline une cinquième circonstance; c'était celle qui, en offrant une odeur vive d'ammoniaque, en annonçant la décomposition d'un sel ammoniacal, ne donnait point ensuite d'acide urique précipité par les autres acides, et n'indiquait conséquemment que le phosphate ammoniaco-magnésien, jamais seul, mais le

plus souvent mêlé au phosphate de chaux, comme composant cette espèce de calcul formé, soit par le mélange irrégulier de ces deux sels, soit par des couches distinctes de chacun d'eux.

Le premier fait qui nous a conduits à la découverte d'une matière toute différente de celles-là dans les calculs mûraux, a été une action des alcalis caustiques sur ceux-ci, différente de ce que nous avions observé jusqu'alors sur tous les autres calculs examinés, ou un effet différent des cinq circonstances qui viennent d'être énoncées. La lessive alcaline bien caustique n'ayant eu aucune action sur la poussière d'un calcul mûral, n'en ayant rien dégagé ni rien dissous, nous allions en conclure qu'il était formé de phosphate de chaux pur sans aucun mélange; ce que nous n'avions encore rencontré dans aucune concrétion, lorsqu'un nouvel essai, fait avec une lessive de potasse qui n'était pas aussi parfaitement caustique, nous ouvrit une route nouvelle. La soude bien pure avec laquelle on avait traité jusque-là des calculs mûraux réduits en poudre, n'en avait absolument rien séparé; et sa lessive, digérée ou bouillie, ne donnait ni précipité par les acides, ni dépôt par l'eau de chaux; de sorte qu'elle ne contenait ni acide urique ni acide phosphorique : mais une lessive de potasse contenant encore un peu d'acide carbonique, que nous employâmes au lieu de celle de soude qui nous manquait alors, ayant été digérée quelques minutes sur la poussière du calcul mûral, nous la vîmes donner, avec l'eau de chaux, un précipité blanc, grenu, se déposant comme de la craie,

et fort différent par sa forme, sa pesanteur, sa séparation du liquide, des propriétés apparentes du phosphate de chaux. On sait qu'en faisant un grand nombre d'expériences de la même nature, on acquiert, même par la seule inspection des précipités, une habitude de voir et de juger qui fait reconnaître sans équivoque et sans erreur les produits que l'on obtient. L'usage que nous avions acquis de reconnaître le phosphate de chaux dans toutes nos expériences précédentes, nous apprit que le précipité obtenu cette fois n'était point cette espèce de sel, mais un sel calcaire indissoluble d'une autre nature; nous entrevîmes que la portion de carbonate de potasse contenue dans notre lessive, imparfaitement caustique, avait pu décomposer dans le calcul un sel différent des phosphates, et lui enlever un acide qui n'était ni le phosphorique ni l'urique. Un essai fait au même instant sur le résidu de la portion de ce calcul déja traitée par notre alcali, nous y montra un peu de carbonate de chaux, et nous annonça qu'en effet cette matière calculeuse avait subi une altération différente de celle dont nous avions jusque-là déterminé la nature et la cause.

Le second fait qui nous guida avec le précédent vers la vérité nouvelle qui s'offrait encore sous un nuage, fut la manière dont le même calcul mûral se comporta par l'action du feu. En calcinant ce corps en poudre dans un creuset d'argent, il répandit une vapeur animale analogue à celle de la corne ou des os brûlés, et il laissa plus du tiers de son poids d'une matière blanche, très-âcre, dissoluble dans l'eau, verdissant le bleu des

violettes, s'unissant aux acides, et que nous reconnûmes pour de la chaux vive. Aucune espèce de calcul ne nous avait présenté une pareille propriété. Bergman n'avait parlé que d'un deux-centième de chaux trouvé dans les calculs urinaires. Schéele avoit positivement annoncé qu'ils n'en contenaient pas. MM. Linck, Hartenkeil, Walther fils, Brugnatelli, en indiquant la présence de la chaux dans quelques calculs, et à des doses bien supérieures à celles dont Bergman avait fait mention, avaient trouvé cette base unie à l'acide phosphorique, et conséquemment ne pouvant point passer par le feu à son état pur et caustique de chaux vive. Etonnés de cette propriété qui était pour nous absolument nouvelle et imprévue dans un calcul urinaire humain, nous nous hâtâmes de la vérifier sur plusieurs calculs mûraux de la même forme, de la même couleur, de la même densité, et huit variétés de cette espèce de concrétion nous donnèrent constamment, par la calcination au rouge dans des creusets d'argent, pendant deux heures, des cendres chargées de chaux vive, faisant un peu plus du tiers de leur poids. Convaincus alors de la certitude de cette propriété, nous répétâmes la même expérience sur des calculs d'acide urique pur qui ne laissèrent pas un atôme de chaux appréciable dans leurs résidus calcinés, et sur des calculs composés de phosphate de chaux et ammoniaco-magnésien, qui ne montrèrent point cette terre isolée après la plus forte calcination. Il devint donc évident, par la réunion de ces deux faits, que le calcul mûral brun contenait un sel calcaire formé par un acide

destructible par le feu, et qui n'était point de l'acide urique. Pour le connaître avec exactitude et déterminer conséquemment la véritable différence entre cette espèce de calcul et ceux qui avaient été examinés jusque-là, nous sentîmes que la première décomposition obtenue dans nos expériences, étant due à une portion de carbonate de potasse contenue dans notre alcali imparfaitement caustique, nous réussirions à la décomposer et à séparer l'acide inconnu d'avec la chaux, en traitant ce composé par un carbonate alcalin bien saturé ; et, après nous être assurés par des essais préliminaires de l'identité parfaite de plusieurs *pierres mûrales*, nous rassemblâmes sa poussière mêlée de six de ces calculs, et nous en traitâmes environ trente-un grammes (une once) par le double de carbonate de potasse bien saturé et bien cristallisé avec seize fois son poids d'eau, afin de pouvoir obtenir une quantité suffisante de l'acide, que nous étions tentés de croire d'abord un acide nouveau, pour en déterminer exactement la nature connue ou inconnue. Après deux heures d'une légère ébullition, on filtra la liqueur, on en mêla des portions avec les acides nitrique et muriatique; celles-ci donnèrent par le refroidissement de petits cristaux brillans que nous reconnûmes bientôt pour de l'oxalate acidule de potasse, ou de véritable *sel d'oseille ;* la plus grande partie de la même liqueur fut précipitée par de l'acétite de plomb, et le précipité d'un blanc gris traité par de l'acide sulfurique ; celui-ci ayant formé du sulfate de plomb insoluble, le liquide surnageant et fort acide, évaporé jusqu'à légère pellicule,

donna par le refroidissement de beaux cristaux prismatiques d'acide oxalique. Il se sépara des flocons de matière animale de couleur brunâtre. La portion de calcul restée en poudre après l'action de l'alcali était du carbonate de chaux que les acides ont dissous avec effervescence, et qui contenait encore une partie de matière animale semblable à celle qui vient d'être indiquée.

Ainsi nous découvrîmes que la matière composant la pierre mûrale, la plus lourde, la plus dure, la plus dense, la plus susceptible de poli des concrétions urinaires humaines, était de l'oxalate de chaux mêlé d'un peu de substance animale. On juge bien que cette découverte vérifiée par plusieurs autres expériences, dont nous rendrons compte en faisant l'histoire particulière de cette espèce de calcul et de ses variétés, nous a sur-tout engagés, pour en assurer la confirmation, à traiter de la même manière l'oxalate de chaux artificiel : nous nous sommes spécialement convaincus par l'expérience que les carbonates alcalins décomposent ce sel, tandis qu'ils n'ont pas d'action sur le phosphate de chaux, que le même oxalate se décompose par l'action du feu, et laisse par la calcination de la chaux vive, que, comme le calcul mûral, il est dissoluble sans se décomposer dans les acides nitrique et muriatique en excès, que l'ammoniaque et les alcalis fixes caustiques le séparent de ces dissolutions en poudre blanche non altérée.

Ceux qui connaissent l'état de la chimie animale, concevront facilement qu'il a fallu tous les résultats qui

viennent d'être énoncés pour lever nos doutes, pour dissiper notre première incertitude, et pour nous faire croire à la présence de ce composé, si étranger jusqu'ici aux liquides et aux solides des animaux, dans les calculs de la vessie humaine. Cette matière saline, cet oxalate de chaux insoluble dont Schéele a annoncé l'existence dans un grand nombre de racines et de substances végétales dures et ligneuses, que Model avait prise, dans quelques-unes d'entre elles, pour du sulfate de chaux, se trouve donc parmi les produits excrémentitiels de l'urine; elle y joue le rôle si dangereux de se séparer, de se précipiter, et de former dans la vessie une des concrétions les plus solides, les plus difficiles à dissoudre qui existent. Sans doute, des observations faites d'après cette notion apprendront si l'on peut craindre une production de calculs par l'usage trop fréquent ou trop abondant des alimens végétaux, qui portent avec eux ou ce sel tout entier, ou son principe acide, ou même le radical qui le forme; si, par exemple, le sel d'oseille ou oxalate acidule de potasse, et l'oseille elle-même, plante si familière et si agréable comme assaisonnement, ont une influence sensible sur cette production. Il faudra déterminer si l'acide oxalique est porté dans nos corps par la nourriture, ou s'il s'y forme par l'action vitale, et notamment dans les urines, ou même seulement dans la vessie. Si ce dernier fait était reconnu, s'il était prouvé qu'une certaine altération, un genre de disposition particulière, pût former de l'acide oxalique dans ce liquide, aux dépens de la matière végétale qui y est quelquefois portée toute entière,

comme MM. Monro, Cullen, Cruishkank et Rollo l'ont trouvé dans l'urine des diabétiques, on concevrait facilement comment cet acide, à mesure qu'il serait formé, décomposerait le phosphate de chaux urinaire, et donnerait naissance à un précipité qui constituerait le calcul mûral. Car nous devons faire remarquer ici comme un fait favorable à cette idée, que nous n'avons point trouvé encore l'oxalate de chaux, matière constante des calculs mûraux, dans les concrétions rénales, et qu'il paraît se déposer toujours dans la vessie, tandis que l'acide urique se forme ou se sépare souvent dans les reins, et que les graviers jaunes, fauves, orangés ou rouges qui en proviennent sont composés de cet acide tout pur.

Pour constater plus authentiquement encore la présence de ce sel oxalique indissoluble parmi les matériaux des concrétions urinaires humaines, nous n'oublierons pas d'annoncer ici qu'il s'est rencontré si constamment dans les calculs mûraux ou mûriformes, que leur aspect seul, leur tissu intérieur, dense, poli, gris, demi-transparent, leurs couches festonnées, leur cassure écailleuse, nous suffisent aujourd'hui pour le reconnaître.

Souvent ce calcul mûriforme, de différens volumes, depuis un centimètre et demi jusqu'à six ou huit de diamètre, devient, comme l'acide urique, le noyau d'un plus gros calcul, qui se trouve enveloppé de couches plus ou moins épaisses, soit d'acide urique, soit des phosphates terreux dont nous avons parlé, et il est rare que les concrétions vésicales, blanches et d'apparence

crétacée, sur-tout celles qui sont au-dessus du volume ordinaire, n'offrent point au centre de leurs couches salino-terreuses un premier calcul formé, soit d'acide urique, soit d'oxalate de chaux. Quoique l'expérience d'un grand nombre de calculs cassés et sciés nous ait appris que ces sortes de calculs terreux à l'intérieur sont assez constamment formés de plusieurs couches de ces diverses matières, on ne peut jamais savoir par leur seule inspection, et sans pénétrer jusqu'à leur centre par l'action de la scie, quelle est la substance par laquelle ils ont commencé, si c'est de l'acide urique ou de l'oxalate calcaire : de même ceux des calculs jaunes et couleur de bois de forme ovoïde, et que leur seul aspect fait facilement et sûrement reconnaître pour de l'acide urique, ne sont pas toujours formés de ce seul acide jusqu'à leur centre; de sorte qu'on ne peut jamais en déterminer exactement l'espèce sans les scier. Si, après cette opération, leurs couches sont jaunes, égales et homogènes jusqu'au centre, ils sont formés d'acide urique pur : mais il arrive quelquefois que la section découvre dans leur centre un noyau plus dur, que le cri et la résistance de la scie annoncent même avant qu'on le voie, et qu'on reconnaît à sa forme festonnée, à la couleur noirâtre de ses premières couches et grises de leur intérieur, ainsi qu'à leur poli vif et presque fibreux, pour un calcul mûral, ou d'oxalate de chaux.

Les trois matières particulières dont il vient d'être parlé, et qui n'avaient point encore été soupçonnées par les chimistes, se sont si souvent présentées dans nos

analyses, que nous avons dû les regarder comme les matériaux ou les principes constituans les plus abondamment répandus dans les calculs, après l'acide urique. Presque par-tout dans nos recherches, et dans les cas où cet acide n'était pas pur et isolé, nous avons trouvé ou l'urate d'ammoniaque, ou le phosphate ammoniaco-magnésien, ou l'oxalate de chaux. Ils sont devenus pour nous des objets si familiers et si communs, que nous avons bientôt appris à les reconnaître au premier coup-d'œil, et que le simple aspect d'un calcul scié nous a suffi pour déterminer le genre de matériaux qui le constituent. Il n'en est pas de même d'une quatrième substance que nous avons découverte assez long-temps après les trois premières, dont nous attendions encore moins l'existence dans les calculs urinaires humains, et qui ne s'est présentée dans nos expériences qu'au soixante-quatorzième individu de ces concrétions que nous analysions, à une époque même de notre travail où nous pensions avoir presque épuisé les découvertes, puisque les trente-huit calculs analysés, après la connaissance de l'oxalate de chaux trouvé au vingt-deuxième, ne nous avaient offert que des matières analogues à celles des vingt-deux premiers. S'il ne nous est presque plus permis, après tant de faits singuliers, d'avoir de la surprise, au moins ne pouvons-nous pas nous dissimuler que les savans auxquels nous les communiquons en ce moment, en éprouveront une assez marquée, quand nous leur annoncerons que c'est de la silice très-fine, colorée par une matière animale, et mêlée de quelques parcelles de

phosphate de chaux. Le seul calcul sur cent (1), dans lequel nous avons rencontré cette terre, regardée jusqu'ici comme étrangère aux liquides animaux, ainsi qu'à leur solide, fait partie de la collection de l'école de médecine de Paris; il est de la nature de ces concrétions compliquées et stratifiées à cinq couches distinctes d'un noyau qu'elles en forment; les deux externes, blanches ou jaunâtres, formées d'urate d'ammoniaque et de phosphate de chaux; la troisième, jaune, d'acide urique pur, inégale à sa face interne, et suivant les contours irrégulièrement festonnés de la quatrième et de la cinquième, lesquelles sont feuilletées d'un gris jaune et d'un jaune brun, et enveloppaient un noyau compacte, jaunâtre, mûriforme comme elles. En considérant ce noyau et ses deux couches internes festonnées dans la coupe du calcul dont il s'agit, nous les avons pris d'abord pour un calcul mûral; mais sa couleur jaune et brune-claire, son tissu, son *facies* différens de ce que nous avions vu jusque-là dans les variétés de cette espèce, nous avaient fait soupçonner une différence que nous étions portés à attribuer à quelque mélange avec l'oxalate de chaux. Nous n'aurions jamais pu penser que ce calcul interne, hérissé et mûriforme, à la vérité, très-dur à la scie, et qui ne s'est laissé pulvériser qu'avec beaucoup de peine, fût de nature siliceuse. Voici comment nous nous

(1) En vendémiaire de l'an 7 nous n'avions encore analysé que cent calculs urinaires environ : il y en avait alors à la vérité plus de soixante au-delà en expériences; mais leur examen, seulement commencé, ne devait pas être compté au nombre des travaux faits.

sommes assurés de cette singulière et presque étonnante composition..

En traitant les deux couches internes et le noyau par une lessive de potasse et de carbonate de potasse, ils n'ont rien laissé dégager, et ils n'ont rien perdu, même par une longue ébullition. Calcinés au rouge dans un creuset d'argent, cinq décigrammes de cette poussière ont perdu le tiers de leur poids, se sont noircis et charbonés, en répandant une odeur animale, mais n'ont laissé aucune trace de chaux dans leur résidu. Convaincus par ces essais que cette matière n'était ni de l'acide urique, ni du phosphate ammoniaco-magnésien, ni de l'oxalate de chaux, nous avons fait bouillir le résidu de sa calcination avec l'acide muriatique concentré, qui ne lui a enlevé qu'une portion presque inappréciable de phosphate calcaire; la plus grande partie a refusé de s'y dissoudre. Alors on l'a chauffée dans un creuset d'argent avec quatre fois son poids de soude pure en poudre: après une demi-heure de fusion, on a laissé refroidir, et rempli le creuset d'eau distillée; sur la matière bien délayée et jetée dans une capsule de porcelaine, on a versé de l'acide muriatique en excès, qui, après avoir produit un précipité, a tout redissous. Cette dissolution, évaporée doucement, s'est prise en gelée transparente; poussée à siccité, et la poudre blanche qu'elle a donnée ayant été lavée avec beaucoup d'eau, elle est devenue grenue, rude au toucher, et a présenté tous les caractères de la silice.

Voilà donc déja trois terres, la chaux, la magnésie et la silice, qui font partie des principes constituans des

calculs urinaires humains. La première, la seule admise jusqu'ici, y est unie, soit à l'acide phosphorique, soit à l'acide oxalique; la seconde n'a été trouvée par nous que combinée avec l'acide phosphorique et en même temps à l'ammoniaque; la troisième, principe jusqu'ici imprévu, et sans doute rare dans les humeurs animales, peut, comme on voit, se précipiter en concrétion calculeuse avec une substance animale assez abondante qui la colore. Elle doit donc exister primitivement dans l'urine, et il n'y a pas lieu de douter qu'elle provienne des eaux ou de quelques alimens qui contiennent quelquefois cette terre plus fréquemment et plus abondamment qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. Nous reviendrons au reste beaucoup plus en détail sur cet objet, sur la source et sur la nature de ce calcul siliceux, en traitant par la suite des espèces de ces concrétions. C'est assez d'annoncer ici son existence, et de le compter parmi les matériaux des calculs urinaires humains.

Il suit de ce qui a été exposé jusqu'ici, qu'au lieu d'un principe constituant unique, il y a six matières qui contribuent tantôt séparément, tantôt plusieurs ensemble, à la composition des calculs urinaires humains. Ces six substances sont :

1°. L'*acide urique* découvert par Schéele, et annoncé par lui comme la seule matière des calculs urinaires humains;

2°. L'*urate d'ammoniaque*, que nous avons trouvé dans un assez grand nombre de concrétions vésicales;

3°. Le *phosphate de chaux*, vu comme second com-

posant de ces concrétions, par les chimistes qui les ont examinées après Schéele, et cru jusqu'à nous la seule matière qui constituât, avec l'acide urique, la composition des calculs;

4°. Le *phosphate ammoniaco-magnésien*, que nous avons découvert dans les couches d'apparence spathique et dans les calculs crétacés;

5°. L'*oxalate de chaux*, qui forme entièrement les caculs mûraux, et dont la connaissance résulte des expériences exactes que nous avons décrites;

6°. Enfin la *silice* elle-même qui se trouve déposée dans l'intérieur d'une espèce de calcul dont la coupe, qui est festonnée, étoilée, semble annoncer l'existence primitive d'un calcul moriforme, différent du calcul mûral ordinaire par une couleur jaunâtre fauve, et par un tissu particulier.

A ces six matières que nous n'avons jamais encore trouvées toutes réunies, mais que l'on peut croire cependant susceptibles de l'être, il faut ajouter une substance animale dont il ne nous a pas été permis de déterminer encore exactement la nature, en raison de sa petite quantité : c'est elle qui fait varier la couleur, la consistance, le grain et le tissu de quelques calculs urinaires; c'est elle que les anciens, sous le nom de *glaires*, regardaient comme la cause première de ces concrétions, que Van-Helmont désignait par le nom de *duélech;* elle forme le *nuage dilaté* qu'Antoine de Heyde observa en dissolvant des pierres dans l'acide nitrique, et qu'il décrivit en 1684; elle constitue l'espèce de *pellicule* que

Rommelius a indiquée quelques années après dans les *Éphémérides des curieux de la nature*, en parlant de la dissolution de petites pierres trouvées dans la vessie d'un bœuf. C'est la même substance qui a été regardée comme le canevas des concrétions animales, par le citoyen Tenon, dans ses *Recherches sur la nature des pierres ou calculs de l'homme et des animaux*, imprimées en 1767 dans les mémoires de l'Académie des sciences pour l'année 1764. C'est encore la même matière que Stœhelin, cité si souvent par Haller, admettait comme le lien glutineux des molécules calculeuses. Les chimistes modernes n'ont pas fait, à beaucoup près, la même attention à cette matière animale que les anatomistes et les physiciens qui les avaient précédés dans ce genre de recherches. Schéele n'en a fait aucune mention, et n'a rien vu au-delà de l'acide urique. Bergman l'a énoncée seulement comme formant de légers flocons indissolubles. M. Péarson, en l'indiquant, l'a regardée presque comme étrangère aux calculs urinaires, et il a cru qu'elle n'entrait pas nécessairement dans leur composition.

Nos recherches nous ont appris jusqu'ici que cette matière animale, qui paraît être le plus souvent ou albumineuse ou gélatineuse, mais qui a subi quelque altération avant de se fixer dans les concrétions calculeuses, joue vraisemblablement un rôle plus ou moins important dans la formation de chaque espèce de ces concrétions. Quoique son peu d'abondance s'oppose à ce que nous la croyions constamment le canevas ou la base de la forme et de la concrétion des calculs, on verra que, dans une

espèce, elle paraît influer d'une manière marquée sur leur solidité, leur tissu, leur couleur. En général, il n'y a aucune partie des calculs urinaires humains, et même de ceux des animaux, qui ne contienne une portion quelconque de cette substance animale. Les couches les plus blanches, les plus denses, les plus pures en apparence, comme matière terreuse ou saline; celles que Daubenton et Vicq-d'Azyr avaient comparées au spath calcaire, à cause de leur dureté, de leur forme lamelleuse, de leur état cristallin, de leur demi-transparence, nous ont montré encore quelques traces de cette substance animale, soit par leur ébullition dans l'eau, qui donne une odeur analogue à celle des membranes, des peaux ou des œufs que l'on cuit dans ce liquide, soit par les flocons membraneux qui se détachent des calculs, à mesure qu'on dissout leur matière solide dans des liquides appropriés, soit par l'odeur fétide, semblable à celle des os ou de la corne de cerf, qu'elles répandent lorsqu'on les calcine dans un creuset, soit par la couleur grise et l'état charbonneux du résidu qu'elles laissent après cette calcination, soit enfin par les produits huileux, ammoniacal et aériforme qu'elles donnent à la cornue.

Il est facile de concevoir que des matières solides et cristallines qui se séparent de l'urine, liqueur toujours imprégnée de substance animale et colorée, doivent en effet en entraîner plus ou moins avec elles, lui faire partager leur solidité, leur forme de couches ou de lames cristallines, et acquérir sous cet état la propriété

d'inaltérabilité et de conservation qui les fait retrouver, plus de cent ans après leur aglutination, comme nous l'avons vu, dans des calculs extraits à la fin du dix-septième siècle, et particulièrement dans la concrétion du volume effrayant de quinze sur neuf centimètres dans ses deux dimensions, et du poids non moins énorme de trois livres trois onces, dont Tolet a parlé, que le citoyen Deschamps a indiquée dans son ouvrage sur la pierre, et qui fut trouvée, en 1690, dans la vessie du malheureux Jacquier, curé de Loches diocèse de Bourges. Cette pierre, de la forme d'un melon, oblongue, arrondie, avait distendu et rempli la vessie d'où elle a été extraite. De l'ancienne collection de calculs de l'hôpital de la Charité de Paris, elle a passé dans le muséum de l'école de médecine de la même ville. On verra par la suite que ce calcul gigantesque, l'un des plus épouvantables exemples des dimensions excessives que peuvent prendre les concrétions animales, est resté inconnu dans sa nature jusqu'à l'analyse que nous en avons faite. Un des résultats les plus remarquables et le moins malheureux de nos recherches à son égard, c'est que des fragmens de sa couche externe, blanche, dure, spathique, lamelleuse, demi-transparente, semblable à un spath calcaire ou à l'albâtre gypseux, suspendus dans de l'acide muriatique affaibli, s'y sont dissous en quelques heures, et ont offert à leur surface de petits lambeaux membraneux, divisés, flottans d'abord dans la liqueur, de matière animale à laquelle étaient dues la couleur noire et la nature charbonneuse que ce sel urinaire, quoique blanc et demi-

transparent, nous a montrées dans sa calcination. Cette expérience, bien intéressante pour la preuve de l'existence de la substance animale dans les matériaux les plus blancs, les plus purement salins des calculs urinaires, en nous conduisant à leur trouver un dissolvant sûr, nous a fait voir en même temps qu'il n'était pas possible d'admettre cette substance animale comme base de la forme ou canevas de la pierre, ainsi que la membrane gélatineuse l'est dans les os, puisque, d'une part, sa quantité est trop petite pour qu'elle puisse jouer ce rôle, et puisque, d'une autre part, le tissu des couches dont nous parlons a toutes les propriétés et la figure qui appartiennent au phosphate ammoniaco-magnésien, et ne subit aucune influence de la matière animale : celle-ci n'y est donc en quelque sorte qu'accidentelle et comme étrangère.

Nous avons une autre opinion de l'existence de la matière animale dans les calculs mûraux. Quoique nos expériences ne soient pas encore aussi avancées sur cette matière, nous avons trouvé déja qu'elle diffère de celle qui existe dans les calculs ou portions de calculs formés de phosphates terreux; qu'en même temps qu'elle y est plus abondante, et qu'elle fait une partie plus essentielle de leur composition, puisqu'elle va jusqu'au septième de leur poids, elle n'est pas, comme dans les phosphates calculeux, analogue à l'albumine ou à la gélatine, mais plus rapprochée d'une sorte d'extrait animal particulier, peu connu jusqu'ici, et que nous avons découvert dans l'urine, comme nous le ferons voir incessamment. Cette

substance animale des calculs mûraux est brune, floconeuse, grenue, répand une odeur d'ail en brûlant, et attire l'humidité. Déja nos recherches nous apprennent que ce corps très-animalisé contribue à donner la forme au tissu solide *éburnéen* de la concrétion mûrale, puisqu'après les avoir dissous en quelques jours de suspension dans l'acide muriatique faible, ses fragmens ont laissé dans la liqueur une substance molle, brunâtre, conservant leur forme primitive, quoiqu'assez ramollie pour recevoir, par la plus légère pression, l'empreinte des doigts.

Quant aux calculs formés par l'acide urique pur, cette espèce, la plus commune et la plus abondante de toutes, n'admet point de matière étrangère à sa propre nature. Tout entier d'origine et de composition animale d'un genre singulier, sur laquelle nous reviendrons quelque jour plus en détail, cet acide à triple radical, d'un équilibre très-permanent, très-solide, a trop peu d'attraction pour toutes les autres substances qui constituent l'urine, et tend trop à s'en isoler, pour ne pas repousser en quelque sorte toute union avec quelque substance que ce soit : aussi ne rencontre-t-on, en le dissolvant si facilement dans les lessives d'alcalis fixes, que quelques flocons inappréciables, et que nous n'avons jamais pu estimer au-delà de sept à dix millièmes. On ne le trouve uni (au moins tel est jusqu'à présent l'état de nos recherches sur cent calculs), qu'à l'ammoniaque, et vraisemblablement cette combinaison, d'ailleurs assez rare, n'a lieu que dans le cas de sa précipitation spontanée, où l'urine,

altérée dans son réservoir, a déja pris la nature ammoniacale.

L'eau est le dernier des matériaux qu'il nous reste à indiquer dans la composition des concrétions urinaires. Elle ne nous a pas paru être sensiblement abondante, ou au moins facile à apprécier dans les calculs formés d'acide urique; mais sa quantité, dans ceux qui contiennent des phosphates terreux, est assez remarquable : nos expériences nous ont fait voir qu'elle en constituait quelquefois près du tiers, et au moins de 0.16 à 0.20. C'est sur-tout dans le phosphate ammoniaco-magnésien que nous l'avons trouvée en plus grande proportion, et c'est pour cela que les couches formées par ce sel sont les plus cristallines, les plus spathiques et les plus voisines de la transparence : mais la présence de ce corps, comme celle de la matière animale, ne peut au plus influer que sur les variétés des calculs, et nullement sur la constitution des espèces. Il n'est donc pas très-important à considérer, et ce n'est que pour compléter l'exposé des divers principes de ces concrétions, que nous en faisons mention.

Telles sont les six substances principales, outre la matière animale et l'eau, que nous avons trouvées jusqu'à présent dans les calculs urinaires humains. Quoique nous ne puissions pas assurer que c'est à ce nombre de principes que se borne la composition de ces concrétions, nous avons lieu de croire qu'elle ne va guères au-delà. Nous montrerons, dans un second mémoire, comment

ces six matières, tantôt isolées, tantôt mélangées, tantôt successivement déposées en couches distinctes les unes sur les autres, forment des espèces diverses de calculs, et comment il nous a paru nécessaire de les classer méthodiquement, de les caractériser, ainsi que de ranger une suite de variétés dans chacune de ces espèces. Nous n'avons voulu exposer, dans le premier mémoire, que l'ordre de nos découvertes, la nature générale des calculs urinaires de l'homme, et la diversité des matériaux qui entrent dans leur composition. Ce que nous avons trouvé jusqu'à présent par l'analyse exacte de cent calculs qui nous occupe exclusivement à tout autre travail, depuis quatre mois, nous a paru assez neuf et assez important pour le communiquer aux chimistes et aux médecins.

Un espoir consolant nous soutient dans ces recherches, quand nous l'opposons aux témoins et aux causes des tourmens et de la mort d'une foule d'hommes que nous avons sans cesse sous les yeux. Cet espoir est la découverte des dissolvans des calculs ; elle ne peut plus être pour nous une chimère. La nature mieux connue de ces concrétions nous y a naturellement conduits; leur diversité, celle de leurs différentes couches, ne sont pas des obstacles réels, puisque ce n'est pas un lithontriptique unique, un fracteur universel ou un dissolvant alcaest que nous avions à chercher, comme on l'a fait jusqu'ici. Le succès dans ce genre dépendait de la connaissance positive de la nature chimique des calculs, et cette dernière,

une fois acquise, a dirigé utilement nos efforts : il nous est déja permis d'en annoncer la réussite. Déja cinq des matières qui constituent le calcul de la vessie de l'homme ont cédé aux agens appropriés auxquels nous les avons soumis d'après la connaissance de leur composition. L'acide urique en fragmens d'un centimètre de diamètre, choisis dans les plus solides variétés de cette matière, s'est fondu, par quelques jours d'immersion, dans une lessive de potasse caustique si étendue d'eau, qu'on aurait pu, sans crainte, l'injecter dans la vessie. L'urate d'ammoniaque s'est comporté de la même manière ; des morceaux solides et comme spathiques de phosphate ammoniaco-magnésien, d'un centimètre et demi d'épaisseur, suspendus, à l'aide d'un fil, dans de l'acide muriatique extrêmement affaibli, et beaucoup moins aigre que la limonade non sucrée, se sont dissous et entièrement fondus en quelques heures de suspension. Il en a été de même du phosphate de chaux qui a exigé seulement un peu plus de temps que le précédent : des fragmens d'oxalate de chaux, pris dans les calculs mûraux ou moriformes des plus durs ont résisté plus longtemps ; mais une immersion de cinq jours dans de l'acide nitrique extrêmement faible, et non capable d'attaquer la paroi de la vessie, les a ramollis et réduits à un état spongieux. En attaquant et dissolvant ainsi les cinq matériaux les plus fréquens des calculs de la vessie humaine, la matière animale s'est séparée du phosphate ammoniaco-magnésien sous la forme de flocons, ou de

légères membranes semblables à celles qui enveloppent les hydatides ; elle a conservé une apparence de la forme du fragment calculeux dans les fragmens du phosphate de chaux. Ceux d'oxalate de chaux, en se ramollissant et conservant une couleur brunâtre, ont retenu complétement leur forme primitive, et offert une sorte de canevas muqueux comme le cartilage des os.

Le noyau siliceux du soixante-quatorzième calcul, le seul que nous ayons trouvé de cette formation sur cent concrétions diverses, paraîtrait devoir opposer plus de résistance aux dissolvans ; mais l'état de division extrême de la silice, et la manière dont elle est attaquée par l'acide fluorique, étendu de beaucoup d'eau, nous permettent de compter sur ce réactif pour ce genre de calcul.

En voyant se fondre si promptement et si facilement les morceaux des phosphates terreux plongés dans des acides très-faibles, nous avons calculé que quelques jours de demeure de ces liquides dans la vessie suffiraient, ou pour faire disparaître ceux des calculs qui seraient entièrement composés de phosphates terreux, ou pour diminuer beaucoup le volume de ceux qui, formés dans leur intérieur d'acide urique ou d'oxalate de chaux, sont recouverts de couches de ces phosphates, d'une épaisseur plus ou moins considérable. Dans le cas de calculs dont le centre est formé d'acide urique, après l'emploi de l'acide on passerait à celui de la lessive d'alcali.

La difficulté de connaître l'espèce de calcul contenue

dans la vessie n'est pas un obstacle insurmontable au choix des dissolvans ; car, outre qu'une longue étude de ces concrétions nous apprend que leurs couches externes sont très-fréquemment formées de phosphates, il est aisé de sentir qu'il ne faudrait que varier les injections d'acide muriatique ou d'alcali fixe purs, mais convenablement affaiblis, pour obtenir l'objet desiré, en observant avec soin la permanence ou la diminution des symptômes qui sont produits par la présence et le volume du calcul urinaire.

Au reste, les faits que nous venons de citer sur les dissolvans des calculs ne sont presqu'encore que des aperçus, ou de simples ébauches imparfaites. Livrés sans relâche à des expériences suivies et nombreuses, nous espérons avoir quelque jour des résultats plus grands à présenter à l'Institut. Nous avons voulu seulement consigner ici la preuve que de pareilles recherches peuvent conduire à des vérités d'un grand intérêt pour la vie des hommes ; et que les lithontriptiques, loin de pouvoir être jamais le produit de l'empirisme ou du hasard, doivent être puisés dans la connaissance exacte de la nature et de la composition intime des calculs.

Ce mémoire n'est destiné qu'à l'exposition générale des matériaux divers qui constituent les calculs urinaires humains. Il sera suivi de la description des espèces et de l'indication des variétés de ces concrétions, de développemens sur l'action et l'emploi des dissolvans appropriés à chacune d'elles, d'une nouvelle analyse

de l'urine de l'homme, d'expériences sur plusieurs autres genres de concrétions comparées aux premières, soit de celles qui naissent dans différentes parties du corps humain, soit des bezoards que l'on trouve dans les divers animaux. Un fait général dans la philosophie de la nature ne se compose que d'une foule de faits particuliers, et, pour bien suivre l'un, il faut recueillir soigneusement tous les autres.

DESCRIPTION

DU NERF INTERCOSTAL

DANS L'HOMME,

Par le citoyen Antoine PORTAL.

Lu le 21 thermidor an 5.

I.

LES recherches de Meckel et de J. Th. Walter, anatomistes de Berlin, ont jeté le plus grand jour sur l'anatomie du nerf intercostal, mais ne l'ont pas épuisée : cependant comme il est aussi curieux qu'utile de bien connoître un organe qui remplit les usages les plus importans pour la vie, et qui est fréquemment le siége médiat ou immédiat de nos maux, j'ai cru devoir le soumettre à de nouvelles recherches, et je m'y suis livré avec d'autant plus de zèle, que l'Académie des sciences avoit deux fois inutilement proposé pour objet d'un prix la description du nerf intercostal dans l'homme et dans les animaux; et comme elle vouloit encore le proposer une troisième fois, je crus qu'une description

de ce nerf plus détaillée et plus exacte que celles qu'on avoit déja publiées, pourroit être de quelque utilité, au moins faciliter d'ultérieures recherches à ceux qui voudroient s'y livrer.

C'est ce qui m'a engagé, en 1790, de publier le résultat de mes dissections sur ce nerf : elles devoient être imprimées dans le volume de l'Académie de cette année ; mais comme ce volume n'a pu paroître par une suite des malheurs de la révolution, je crois pouvoir aujourd'hui le soumettre à l'Institut.

L'homme a été l'unique sujet de nos études : aussi n'avons-nous à offrir aux anatomistes aucune observation de zoologie qui puisse mériter leur attention ; mais nous pouvons les assurer que ce mémoire est le résultat des dissections d'un très-grand nombre de cadavres humains.

II. *Noms.*

Nous laisserons à ce nerf le nom d'*intercostal*, l'Académie des sciences l'ayant adopté, ainsi qu'un très-grand nombre d'anatomistes célèbres, quoiqu'on ne puisse se dissimuler qu'il ne soit un peu impropre, puisqu'il ne désigne, et même mal, que la portion du nerf qui correspond aux côtes, et nullement celles que l'on trouve répandues dans d'autres parties du corps. Le nom de *nerf vertébral* que Lieutaud lui donne, désigne une plus grande partie de son étendue, mais ne comprend pas encore les branches de ce nerf qui sont répandues dans la tête, dans la poitrine et dans le bas-ventre, et

par lesquelles ce nerf communique avec la plupart des autres nerfs; raison sans doute qui a déterminé Winslow à substituer au nom d'*intercostal* celui de *grand nerf sympathique*. Mais la dénomination tirée des usages de parties, si souvent inconnus, n'est-elle pas la moins exacte? Le nom de *trisplanchnique*, que Chaussier lui a donné en dernier lieu, est plus expressif.

III. *Précis historique.*

Qu'on nous permette, avant d'entrer en matière, quelques remarques sur l'histoire de ce nerf; elles serviront à fixer nos idées sur divers points de la description.

On voit, en parcourant les ouvrages des anatomistes, que l'origine du nerf intercostal a été jusqu'à nos jours un sujet de controverse. Galien, *De usu partium*, regardoit ce nerf comme une dépendance de sa sixième paire, qui est la huitième paire des modernes, ou la paire vague; mais il paroît que ce savant médecin a varié dans son opinion, comme Haller et d'autres anatomistes versés dans l'histoire de leur art l'ont remarqué.

Eustache est le premier qui ait bien connu la communication du nerf intercostal avec l'oculo-musculaire externe.

On sait qu'il est aussi le premier qui ait admis quarante paires de nerfs; savoir, dix provenant du cerveau ou de la moelle alongée, et trente de la moelle épinière:

méthode qui est encore généralement suivie des anatomistes, quoiqu'elle mérite bien d'être changée, comme Vicq-d'Azyr l'a prouvé dans un excellent ouvrage qu'il a publié sur le cerveau, avec de superbes figures qui font autant d'honneur aux artistes qui les ont exécutées, qu'au savant anatomiste qui les a dirigés.

C'est dans la dix-huitième planche d'Eustache que l'on voit la réunion du nerf intercostal avec l'oculo-musculaire externe; et l'on sait qu'elle n'a été connue qu'en 1712, lorsque Lancisi a publié les planches de cet anatomiste immortel, plus de cent ans après la mort de l'auteur.

Thomas Willis, aidé de la main de Lower, connut, dans cet intervalle de temps, la communication du nerf intercostal avec l'oculo-musculaire externe, et de plus il crut, mais sans raison, qu'il communiquoit avec la première branche de la cinquième paire, ou des trijumeaux, celle à laquelle il a donné le nom de *branche ophthalmique*, nom qui lui reste encore.

Vieussens a adopté l'opinion de Willis sur cette double communication; et comme les anatomistes français ont pendant long-temps pris pour modèle, soit dans leurs leçons, soit dans leurs écrits, les ouvrages de Vieussens, il n'est pas étonnant que la plupart d'eux aient adopté cette double communication.

Raw, célèbre anatomiste hollandais, avoit une opinion bien différente : il vouloit que le nerf intercostal ne communiquât qu'avec la première branche de la cinquième paire; mais il y a eu peu d'anatomistes qui aient été de son avis.

Heister, au lieu de diminuer le nombre de ces communications, comme Raw, assuroit qu'indépendamment de la réunion du nerf intercostal avec la sixième paire ou avec l'oculo-musculaire externe, et avec la branche ophthalmique de la cinquième paire, il communiquoit encore avec la seconde branche de la cinquième paire des nerfs, ou avec la branche maxillaire supérieure; mais sans expliquer avec quel rameau et en quel endroit se faisoit cette communication : bien plus, Heister croyoit que cette communication de l'intercostal avec la seconde branche de la cinquième paire étoit quelquefois double.

Mais Morgagni, cet anatomiste aussi célèbre par les découvertes qu'il a faites d'après de nombreuses et de bonnes dissections, que par ses savantes discussions historiques; Morgagni nous a assuré n'avoir jamais pu découvrir, quelques recherches qu'il ait faites, aucune branche de communication du nerf intercostal avec la première branche de la cinquième paire; mais il a toujours trouvé celle de ce nerf avec la sixième paire.

Lancisi, qui a plusieurs fois voulu donner de la réalité à ses idées hypothétiques, a soutenu que l'intercostal communiquoit avec presque tous les nerfs du crâne, sans en donner la démonstration; et une assertion aussi vague ne prouve rien.

Pourfour-Dupetit croyoit que le grand nerf sympathique communiquoit avec la sixième paire des nerfs, avec la première et avec la troisième branche de la cinquième paire : et Winslow, cet anatomiste d'ailleurs si exact, a soutenu, dans son immortel ouvrage, que

le nerf de la sixième paire et la première branche de la cinquième recevoient chacun un filet du nerf intercostal.

On voit, par ce court abrégé historique, combien ont varié les anatomistes dans leurs opinions sur un objet aussi important : il étoit réservé à Meckel d'y porter la lumière.

Ce célèbre anatomiste nous a appris, en 1749 (*Actes de Berlin*), que le grand nerf sympathique communiquoit avec la sixième paire, comme Morgagni l'avoit dit, et qu'il communiquoit encore, ce que personne n'avoit su, avec le rameau vidien produit par le ganglion sphénopalatin de la seconde branche de la cinquième paire. Mais il nie que l'intercostal tire son origine de la branche ophthalmique de la cinquième paire, comme plusieurs anatomistes l'avoient avancé. Son opinion a été adoptée par Haller, par Sabattier et par plusieurs anatomistes célèbres, mais non par d'autres non moins recommandables, tels qu'Alexandre Monro et Camper. Quant à nous, l'observation sera notre seule autorité.

Description anatomique du nerf intercostal.

IV. *Extrémité du nerf intercostal dans le crâne, ou racine que la sixième paire fournit à l'intercostal.*

Le nerf intercostal communique avec la sixième paire, ou l'oculo-musculaire externe, par un rameau grêle, beaucoup moins gros que cette paire, sur-tout que sa

partie postérieure, qui nous a toujours paru avoir plus de grosseur que n'en a la partie qui est antérieure à ce rameau : ce qui nous porte à croire qu'il part plutôt de la sixième paire pour se rendre à l'intercostal, qu'il ne sort de celui-ci pour se porter dans la sixième paire, et qu'on peut le regarder comme un rameau rétrograde de cette sixième paire.

L'angle qu'il forme avec la partie postérieure de cette sixième paire est ordinairement moins ouvert qu'un angle droit, tandis que l'angle formé par la portion antérieure de cette paire avec le rameau intercostal est plus grand qu'un angle droit; et cela est constant.

On distingue au tact un peu plus de consistance dans la partie postérieure de la sixième paire que dans sa partie antérieure. Le rameau s'en sépare par le bord externe et un peu inférieur.

Le nerf oculo-musculaire externe baigne en cet endroit dans le sinus caverneux, à côté de la scelle turchique du sphénoïde, dans le lieu où l'apophyse basilaire de l'os occipital, la pointe du rocher de l'os temporal, et l'apophyse épineuse du sphéroïde se rencontrent, sous le bord externe de l'artère carotide interne, à l'endroit même d'où cette artère sort du conduit carotidal de l'os pierreux pour pénétrer dans le crâne; le tissu cellulaire très-fin qui recouvre le nerf oculo-musculaire externe et son rameau, dans l'endroit de leur séparation, a une teinte rougeâtre.

Il n'est pas rare qu'il y ait deux rameaux nerveux, ou, si l'on veut, que l'oculo-musculaire externe four-

nisse deux rameaux assez près l'un de l'autre, lesquels se réunissent ordinairement avant de se plonger dans le conduit carotidal osseux.

Quelquefois l'un de ces rameaux fournit l'autre. Dans mes démonstrations, j'appelois le premier *le rameau primitif*, et l'autre *le rameau secondaire*.

J'ai vu l'un de ces rameaux se réunir avec le nerf vidien, et l'autre aboutir directement dans le premier ganglion vertébral.

J'ai vu les deux rameaux de la sixième paire ne se réunir que très-près de ce ganglion, d'où résultoit un tronc distinct, mais très-court, auquel aboutissoit le nerf vidien, non loin de l'endroit où ils pénétroient le ganglion.

Je n'ai jamais trouvé que le nef vidien aboutît au premier ganglion cervical immédiatement ; ou il se réunit auparavant avec le rameau de la sixième paire s'il est seul, ou avec l'un d'eux s'il est double : il y a à cet égard beaucoup de variétés.

Mes dissections ne m'ont jamais fait voir que le rameau de la sixième paire dont je viens de parler, soit qu'il fût double ou simple, communiquât avec la première branche de la cinquième paire, ou avec le nerf ophthalmique.

Je n'ai vu non plus aucune communication avec la troisième branche de la cinquième paire, connue sous le nom de *maxillaire inférieure*.

Il arrive quelquefois, lorsque la sixième paire musculaire fournit deux filets à l'intercostal, que l'antérieur

passe sous le tronc de la seconde branche de la cinquième paire, le nerf maxillaire supérieur, et paroît en provenir; c'est ce qui peut avoir donné lieu à l'erreur.

La branche que la sixième paire fournit à l'intercostal est placée ordinairement au-devant de l'artère carotide interne; elle en suit les contours dans le conduit osseux, et devient extérieure à cette artère.

Le canal carotidal est tapissé par une expansion de la dure-mère. Il y a beaucoup de tissu cellulaire interposé entre cette membrane et l'artère carotide; c'est dans ce tissu cellulaire qu'est placée la branche de la sixième paire que nous décrivons : ce qui la met sans doute à l'abri de la compression que l'artère carotide pouvoit exercer sur elle, lorsqu'elle se dilate.

V. *Rameau que le ganglion sphénopalatin fournit au nerf intercostal.*

Au rameau de la sixième paire que je viens de décrire il s'en joint un autre, comme je l'ai dit ci-dessus, qui lui vient du ganglion sphénopalatin de Meckel, situé entre l'os maxillaire et les apophyses ptérigoïdes de l'os sphénoïde, au côté externe du trou sphénopalatin, et qui appartient à la seconde branche du nerf maxillaire supérieur. C'est de ce ganglion que part ce rameau, lequel, après avoir passé dans le trou ptérigopalatin, se porte assez transversalement de devant en arrière et de dehors en dedans, en faisant une légère courbure, vers l'orifice interne du canal carotidal, perce la dure-

mère qui le tapisse, s'insinue entre elle et l'artère carotide, au-devant de laquelle il se place; ce rameau paroissant en cet endroit plus gros qu'à sa réunion au ganglion sphénopalatin, on a pu croire qu'il s'y rendoit plutôt qu'il n'en provenoit. Il donne quelques petits filets qui se répandent sur l'artère carotide, en descendant vers le premier ganglion cervical, auquel ils aboutissent quelquefois séparément du rameau qui les a fournis; leur couleur est rougeâtre, et ils sont un peu mols, ce qui fait qu'on ne les suit pas facilement.

VI. *Réunion du rameau de la sixième paire avec celui du ganglion sphénopalatin, tronc commun.*

Le rameau fourni par le ganglion de Meckel, après avoir donné les filets dont nous venons de parler, se réunit à celui de la sixième paire, ordinairement sur l'artère carotide vers le dernier contour; ils forment ensemble un angle plutôt aigu que droit; et de la réunion de ces deux rameaux qui sont d'une grosseur presqu'égale, il en résulte un autre qu'on peut regarder comme n'appartenant pas plus à l'un qu'à l'autre, lequel descend vers le bord postérieur de la carotide interne, et se rend au ganglion supérieur cervical.

On assure que cette réunion ne se fait en quelques sujets qu'au dehors du conduit carotidal : mais je n'ai jamais vu qu'elle se fît ainsi; je n'ai jamais vu non plus que ces rameaux entourassent séparément, ou étant réunis, l'artère carotide, avant de parvenir au ganglion

cervical, comme on l'a avancé. J'ai bien vu cette réunion un peu plus haut ou un peu plus bas dans le canal carotidal, mais jamais au-dehors.

Le tronc commun des deux rameaux termine par être toujours postérieur à l'artère carotide à sa sortie du conduit temporal : cette situation est constante. Pour voir le plus distinctement possible la marche et la communication de ce nerf dans le conduit carotidal, il faut, 1°. lever la calotte du crâne, en le sciant horizontalement; 2°. faire ensuite une coupe oblique avec la scie pour en séparer le bord externe de l'orbite, sans intéresser le globe de l'œil; qu'on scie en même temps la partie latérale de l'os occipital, la grande aile du sphénoïde, la partie externe du canal carotidal, et enfin l'apophyse mastoïde à sa partie interne; on coupe ensuite les chairs avec le scalpel : c'est par ce procédé qu'on découvre les nerfs que nous venons de décrire.

VII. *Issue du nerf intercostal du crâne.*

Le nerf formé par le rameau rétrograde de la sixième paire et par celui du ganglion sphénopalatin sort du canal carotidal, entouré d'un prolongement de la dure-mère : cette observation avoit déja été faite par Bergen, et en dernier lieu par le célèbre Scarpa, bien fait pour soutenir le lustre de l'anatomie dans l'Italie, sa patrie, où elle a fleuri pendant tant de siècles.

La paire vague, qui sort du crâne, comme on sait, de la partie antérieure de la fente déchirée, et qui se

porte, à sa sortie du crâne, près du trou carotidal externe, s'insinue vers cet endroit dans cette gaîne de la dure-mère, et se place à la face externe et un peu du côté postérieur du premier ganglion cervical, avec lequel elle s'unit ordinairement, ainsi qu'avec un rameau considérable du nerf cérébro-spinal, ou dixième paire de Willis : le bord antérieur de ce ganglion touche à l'artère carotide interne, et le bord postérieur et un peu interne est contigu avec le nerf hippoglosse à sa sortie du trou condyloïdien antérieur.

VIII. *Comment la portion supérieure du nerf intercostal pénètre le premier ganglion cervical supérieur.*

Le tronc formé du rameau de la sixième paire, et de celui du ganglion de Meckel, pénètre le ganglion cervical supérieur vers l'intervalle des apophyses transverses de la première et de la seconde vertèbres cervicales ; le tout est recouvert d'une gaîne cellulaire : ce qui sans doute avoit fait croire aux anciens que le nerf intercostal étoit une branche de la paire vague. On doit être d'autant moins surpris de leurs erreurs, que, malgré les recherches des grands anatomistes qui nous les ont fait connoître, et qui ont porté la lumière dans l'histoire du nerf intercostal, nous sommes toujours prêts à en commettre de nouvelles, par l'extrême difficulté qu'il y a de faire de bonnes dissections des nerfs en général, et du nerf intercostal en particulier.

IX. *Du ganglion cervical supérieur.*

Ce ganglion est placé derrière l'angle de la mâchoire inférieure, un peu postérieurement à la carotide interne. Sur sa face antérieure, est un rameau de la paire vague; il recouvre le grand nerf hippoglosse à sa sortie du trou condyloïdien antérieur; il est placé au-devant des muscles grand, droit et long du col, immédiatement au-devant des apophyses transverses de la seconde et de la troisième vertèbres, quelquefois d'une partie de l'apophyse transverse de la première vertèbre.

X. *Figure du ganglion cervical supérieur.*

Ce ganglion est un peu plus long qu'il n'est gros, et un peu rétréci à ses extrémités, ce qui lui a fait donner le nom de *ganglion olivaire;* et comme dans quelques sujets il est alongé, on l'a aussi appelé *le ganglion fusiforme.* L'extrémité inférieure de ce ganglion est beaucoup plus rétrécie que l'extrémité supérieure; laquelle même est en certains sujets plutôt aplatie qu'alongée, ce qui a donné lieu à des anatomistes de comparer à un cœur le premier ganglion vertébral.

Vers l'entrée du nerf intercostal dans ce ganglion, il y parvient un filet du nerf cérébro-spinal; dans la partie latérale externe, aboutissent un ou deux rameaux de la première, et un autre de la seconde paire vertébrale; quelquefois il y en a un troisième qui provient

de la troisième paire, rarement de la quatrième, et plus rarement encore de la cinquième paire. Je n'ai jamais vu cette dernière communication; mais il en est fait mention dans la *Nouvelle névrologie* de Martin, professeur d'anatomie à Stockholm, et dans d'autres ouvrages.

L'arrangement des nerfs qui communiquent avec le premier ganglion vertébral est tel que le rameau de la paire vague est antérieur, celui de l'hippoglosse est postérieur, et ceux des nerfs vertébraux, ainsi que celui du nerf cérébro-spinal, sont postérieurs et externes.

Ce ganglion fournit de sa face antérieure des rameaux dont la plupart se répandent dans la poitrine.

XI. *Observations sur la structure de ce ganglion.*

Il a paru au célèbre Newbaver que les rameaux de la partie antérieure du ganglion cervical supérieur y arrivoient, et que ceux de la partie postérieure en sortoient; mais il est difficile de rien constater à ce sujet qui soit bien positif. Nous avons indistinctement dit que ce nerf envoyoit, recevoit ou fournissoit tel ou tel rameau, sans y attacher un sens bien strict : on peut seulement assurer qu'on découvre dans ce ganglion plusieurs couches de fibres qui paroissent une vraie continuation des filets des nerfs qui s'y rendent ou qui en sortent; ces fibres sont moins rapprochées vers le centre du ganglion que vers la circonférence; quelques-unes paroissent s'entre-croiser, et d'autres les traverser sans aucun entre-

croisement pour parvenir à d'autres nerfs auxquels ils aboutissent, ou dont ils viennent. Nous avons vu assez constamment que les branches des nerfs de la sixième et cinquième paire réunies, en entrant dans le ganglion, formoient divers petits faisceaux dans le ganglion même, dont les uns suivoient l'axe, et les autres s'en écartoient pour gagner la circonférence : la portion inférieure du tronc de l'intercostal paroissoit avoir une direction à peu près semblable ; et en montant il sembloit que plusieurs de leurs fibres se réunissoient avec les fibres descendantes dont nous avons parlé, soit vers l'axe, soit vers la circonférence ; d'autres en paroissoient toujours séparées, et se soudivisoient en des linéamens infiniment petits.

Les filets nerveux de l'hippoglosse, dans le ganglion, sont pour la plupart dirigés obliquement de derrière en avant, et il paroît qu'il y en a un plus grand nombre qui descendent qu'il n'y en a qui montent.

Les filets nerveux de la paire vague paroissent suivre une direction différente ; ils vont de devant en arrière, pour la plupart de haut en bas.

Nous ne pouvons rien dire de la direction des fibres nerveuses fournies à ce ganglion par les nerfs spinaux, ne l'ayant jamais pu observer bien distinctement.

Le ganglion cervical supérieur est d'une substance plus compacte vers sa surface externe que vers le milieu ; on croiroit qu'il est formé de tissu cellulaire plus ou moins rapproché, dans lequel on trouve un suc gélatineux peu abondant ; il est rougeâtre à l'extérieur, sans doute à

cause des rameaux vasculaires qu'il reçoit, particulièrement du rameau ascendant de l'artère thyroïde inférieure et de l'artère pharyngée.

Compareti a fait une longue exposition des vaisseaux sanguins que les ganglions reçoivent, et des filets nerveux que ceux-ci leur envoient. Nous n'avons pu, par nos dissections, voir bien exactement tout ce que cet anatomiste a dit (1) d'intéressant sur la structure des ganglions; mais pour ce qui concerne les vaisseaux sanguins du ganglion cervical supérieur, ceux dont nous venons de parler nous ont paru les plus remarquables. Nous rendrons compte, en traitant des ganglions semi-lunaires abdominaux, de quelques moyens que nous avons pris pour développer leur structure.

XII. *Des nerfs qui sortent du bord externe du ganglion cervical supérieur de l'intercostal.*

Le premier va se réunir avec le nerf cérébro-vertébral et avec la première paire vertébrale; il s'unit au rameau de communication qui a reçu le nom d'*anse nerveuse*, lequel est placé sur la face antérieure de l'apophyse transverse de la première vertèbre du col. Cette communication se fait communément par trois ou quatre rameaux : le premier, qui est le plus gros, s'unit au bord interne de l'anse nerveuse du sous-occipital ou cérébro-spinal; il est d'une couleur rougeâtre : le second rameau sort quel-

(1) *Occursus medici.* Venet. 1780. in-8°, p. 138 et seq.

quefois séparément du premier ganglion, et se rend à la partie antérieure de la première paire vertébrale, avec laquelle il communique : le troisième vient de la partie inférieure du ganglion, et quelquefois du second rameau dont nous venons de parler; il communique avec la troisième paire cervicale et avec la première, quelquefois avec la seconde ou avec la quatrième.

J'ai vu ces trois nerfs sortir séparément du ganglion même; je les ai vus aussi sortir d'un seul tronc, lequel provenoit, tantôt de la partie supérieure, et tantôt de la partie moyenne du bord externe de ce ganglion; quelquefois il y a deux rameaux qui en proviennent, et dont l'un fournit un rameau subalterne pour l'une des quatre premières paires vertébrales. Il y a, à l'égard de leur communication avec le ganglion, beaucoup de variétés, mais d'où il résulte toujours que le ganglion cervical supérieur communique avec les trois et quelquefois avec les quatre premières paires vertébrales.

XIII. *Nerfs mous.*

De la partie antérieure du premier ganglion cervical sortent des filets nerveux qui descendent le long du cou dans la poitrine, mais dont le nombre ne paroît pas bien constant. Ces nerfs ont donné lieu à quelques discussions parmi les anatomistes; leur texture étant très-molle, la dissection en est extrêmement difficile. Vieussens est le premier qui en ait parlé. Suivant cet anatomiste, il y a un filet nerveux qui se prolonge de

ce ganglion jusqu'au péricarde, où il fournit quelques filets.

Suivant Haller, ce nerf est quelquefois simple ou seul, et quelquefois il est multiplié; étant double ou triple, il se prolonge jusqu'au cœur. Haller l'a nommé *le nerf cardiaque superficiel.* Bergen dit que ce nerf est souvent le produit de trois ou quatre petits filets qui proviennent du premier ganglion cervical. Newbaver assure en avoir compté jusqu'à cinq qui étoient d'une grosseur bien différente.

Voici le résultat de nos observations à cet égard.

Ces nerfs varient, tant par leur nombre, par leur grosseur, que par leur origine; on n'en découvre quelquefois qu'un ou deux, et quelquefois il y en a plusieurs: j'en ai vu trois, dont deux provenoient du ganglion cervical supérieur, et le troisième venoit du tronc même de l'intercostal. L'origine de ces nerfs est donc variable, étant tantôt fournis par le ganglion même, et tantôt par le tronc du nerf intercostal, plus ou moins inférieurement.

Ces nerfs marchent derrière le carotide interne, et y forment un plexus, auquel se joint quelque filet de la paire vague; de ce plexus sortent divers filets nerveux, toujours d'une texture très-molle, qui se placent le long des carotides tant internes qu'externes, et en accompagnent les divers rameaux. Parmi ceux qui suivent l'artère carotide interne, il en est qui montent, en se divisant de plus en plus jusque dans le crâne. Nous en avons suivi quelques-uns très-haut, et il est bien facile

de les distinguer du rameau rétrograde de la sixième paire, qui est plus gros, plus dur, plus blanc, et toujours séparé de l'artère par une couche assez épaisse de tissu cellulaire : en sorte qu'il est bien facile d'apercevoir que ceux-ci sont, pour ainsi dire, destinés à l'artère, et que l'autre ne fait que passer dans le canal carotidal pour parvenir au ganglion, ou, si l'on veut, que les nerfs mols montent, et que les autres descendent.

On trouve aussi des rameaux nerveux qui proviennent du même tronc, et dont la texture est aussi molle ; lesquels accompagnent l'artère carotide externe et ses divers rameaux. On suit avec facilité ceux des troncs des artères maxillaires externes, des coronaires des lèvres, des masséterines, des temporales.

D'autres rameaux des mêmes nerfs mols descendent dans la poitrine, placés sur l'artère carotide primitive ; j'en ai suivi sur les artères laryngées et pharyngées. Ces rameaux forment quelquefois de petits plexus qui fournissent des filets au larynx, au pharynx, aux muscles de l'os hyoïde : nous les avons souvent démontrés à nos disciples, et entr'autres celui dont parle Haller, et qui se porte aux cornes de l'os hyoïde. Ce nerf, parvenu vers l'os hyoïde, fournit deux ou trois petits rameaux, dont les uns passent sous les branches de cet os, à travers la couche ligamenteuse qui le fixe au larynx ; d'autres passent immédiatement par-dessus l'os hyoïde, et remontent vers la base de la langue : nous en avons quelquefois suivi jusque dans cet organe. Ces nerfs se voient assez facilement, après avoir enlevé la

peau et le muscle peaucier; il est sur-tout très-aisé de suivre le nerf qui se porte aux cornes de l'os hyoïde. Il est aussi facile de découvrir les branches de ces plexus qui parviennent au plexus cardiaque, et dont quelques-uns se portent sur la superficie du cœur, se confondent avec ceux qui sont fournis, par les ganglions et par les nerfs intercostaux, à ces plexus.

Souvent un de ces filets passe sur le muscle long du col, fournit quelques rameaux au muscle hyothyroïdien et au muscle coracohyoïdien, aux muscles inférieurs du pharynx, et communique avec le nerf récurrent de la paire vague.

Ces nerfs mols étant très-petits, rougeâtres, et collés aux parties par un tissu cellulaire très-court, il n'est pas étonnant qu'ils aient été méconnus ou qu'on les ait vus et décrits diversement. Nous croyons que l'exposé que nous venons d'en faire, sera conforme au résultat des observations de ceux qui disséqueront ce nerf plusieurs fois, et avec soin.

XIV. *Suite du nerf intercostal dans le col.*

Le tronc du nerf intercostal descend du premier ganglion vertébral, placé d'abord derrière la carotide interne, ensuite sous la carotide primitive, entre la veine jugulaire interne et la paire vague, sur le muscle grand droit antérieur, et sur le muscle long du col vers son bord interne.

Il est très-grêle en sortant du ganglion, et il le devient

encore davantage en descendant, jusqu'à ce qu'il parvienne vers la quatrième et la cinquième vertèbres cervicales, où il commence à grossir. C'est là qu'il reçoit ou fournit deux rameaux, tant de la paire vague que de la quatrième, cinquième, sixième, et même septième paires vertébrales.

Cette communication des nerfs se fait quelquefois par le tronc de l'intercostal; à une distance plus ou moins grande, chaque rameau séparément, ou bien quelques-uns d'eux sont confondus en se réunissant au nerf intercostal; c'est même ce qui a lieu fréquemment lorsque ce nerf est dépourvu du ganglion moyen : mais lorsqu'il existe, alors c'est de ce ganglion que sortent un ou deux rameaux qui se rendent à la huitième paire cervicale, et c'est à ce ganglion que parviennent deux ou trois petits rameaux de la quatrième, cinquième, sixième, et même septième paires vertébrales; il arrive quelquefois, et cela n'est pas rare, que la sixième et la septième paires vertébrales fournissent au tronc même du nerf intercostal au-dessous de ce ganglion, quand il a lieu.

XV. *Ganglion cervical moyen.*

Ce ganglion est généralement connu des anatomistes sous le nom de *ganglion moyen*. Haller l'a nommé le *thyroïdien*, parce qu'il se trouve précisément placé dans l'endroit d'où part l'artère thyroïdienne inférieure, sur le muscle grand droit antérieur du col, à peu près sur le cartilage qui unit la cinquième et la sixième

vertèbres cervicales. Ce ganglion manque en divers sujets : sur douze je ne l'ai trouvé que sept à huit fois; tandis qu'en d'autres, cela est rare. Il y en a deux petits, dont l'un est alors placé vers la partie inférieure de la cinquième, et l'autre correspond à la partie supérieure de la sixième vertèbre cervicale. Le tronc de l'artère vertébrale se trouve alors souvent à peu près placé entre ces deux ganglions.

Le nerf diaphragmatique communique aussi avec ce ganglion quand il est simple, ou avec l'un d'eux, s'il est double, ou avec le tronc de l'intercostal, si aucun n'existe. Nous avons observé ces trois espèces de communication.

C'est de ce même ganglion moyen du tronc de l'intercostal que partent des rameaux dont le nombre n'est pas constant, qui vont se réunir avec les nerfs récurrens de la paire vague.

Ces rameaux réunis aux nerfs récurrens, ceux-ci sont beaucoup plus gros après, qu'ils ne le sont à leur origine de la paire vague ou à leur tronc. Haller avoit déja fait cette observation, et elle est bien confirmée par mes dissections.

Ce ganglion moyen, quand il existe, ou le tronc de l'intercostal à sa place, fournit plusieurs rameaux nerveux qui se rendent au plexus cardiaque, et dont nous parlerons plus bas en détail; il en fournit aussi d'autres sur l'artère vertébrale et autour de la souclavière : quelques-uns de ces nerfs accompagnent les artères mammaires dans la poitrine; d'autres, qui sont ordinairement plus postérieurs et qui partent aussi du ganglion moyen,

quand il existe, fournissent des filets aux muscles antérieurs du col, et se rendent au premier ganglion cervical et au premier ganglion thorachique.

Assez constamment il sort du bord externe de l'intercostal; sur la cinquième ou sur la sixième vertèbre cervicale, cela n'est pas constant; rarement de la face postérieure, un rameau qui forme, en se contournant, une espèce d'anse dont la convexité est en bas, et la concavité en haut. Ce rameau se répand sur la face antérieure du col, fournissant plusieurs filets au muscle grand droit antérieur, et s'insinue entre ce muscle et celui appelé long du col.

Les rameaux que le nerf intercostal fournit par son bord interne sont plus nombreux. En général, du côté gauche, ils se divisent et forment quelques petits plexus qui n'existent pas du moins aussi souvent du côté droit; le plus fréquent est celui qui se trouve sur l'artère thyroïdienne inférieure, là où elle est contournée, qu'on pourroit appeler le *plexus thyroïdien*. Le tronc du nerf intercostal passe derrière elle, se place sur le tronc de l'artère vertébrale, et se rend au ganglion cervical inférieur.

Ce même plexus thyroïdien gauche fournit un ou deux filets au nerf diaphragmatique du même côté, lequel en reçoit aussi et plus constamment encore de la troisième et quatrième paires cervicales.

Il sort encore du nerf intercostal, mais plus bas et du côté interne ordinairement, des rameaux qui passent sous l'artère carotide primitive, se placent à côté de

l'œsophage, lui envoient plusieurs filets, et vont communiquer avec les nerfs récurrens.

Du côté droit, assez constamment, les rameaux de l'intercostal qui vont à l'œsophage, sortent du tronc même de l'intercostal, ainsi que ceux qui vont aux nerfs récurrens.

D'autres rameaux partent du dernier ganglion thorachique ou du tronc du nerf intercostal, très-proche de ce ganglion, ou en partie de l'un et en partie de l'autre; leur origine varie ; ils se portent sur le tronc commun de l'artère carotide et de la souclavière placés à côté du tronc de la paire vague, serpentant sur l'aorte à laquelle ils sont adhérens, et se réunissent avec d'autres rameaux qui viennent du premier ganglion thorachique. Quelques rameaux passent derrière cette grande artère, et se réunissent encore avec des filets du premier ganglion thorachique, ou avec des rameaux fournis par la partie thorachique du tronc de l'intercostal. Quelques-uns de ces rameaux se réunissent avec des rameaux de la paire vague, parviennent jusqu'au cœur, et se plongent dans sa substance.

Mais, soit les nerfs qui serpentent sur la face antérieure de l'aorte, soit ceux qui rampent sur sa face postérieure, ils fournissent des filets au péricarde, dont la plupart passent entre cette enveloppe membraneuse du cœur et l'artère aorte.

On y voit des réunions bien marquées de plusieurs filets de l'intercostal avec des filets de la paire vague.

C'est sur-tout du côté gauche où l'on suit ces nerfs avec

plus de facilité ; on y découvre deux cordons nerveux placés entre le tronc de l'artère pulmonaire droite et l'aorte, qui se rendent à la base du cœur, et se distribuent aux oreillettes et aux ventricules de cet organe.

XVI. *Extrémité inférieure du nerf intercostal dans le col; ganglion cervical inférieur.*

Le nerf intercostal parvient au ganglion cervical inférieur, et le pénètre à peu près au milieu de son extrémité supérieure.

Ce ganglion est placé sur l'apophyse transverse et près du corps de la dernière vertèbre cervicale, derrière l'artère souclavière ; il est un peu moins gros que le premier ganglion cervical, mais beaucoup plus court ; il est assez souvent double, et alors les deux ganglions sont liés ensemble par deux ou trois filets qui vont de l'un à l'autre, en laissant un intervalle en forme d'anse : quelquefois le tronc de l'intercostal est comme coupé par les deux ganglions, et l'anse nerveuse forme alors le nœud de communication. Dans d'autres sujets, le premier des deux derniers ganglions fournit l'anse nerveuse sans que le second ganglion y concoure en aucune manière : alors le tronc de l'intercostal n'est point tronqué.

Le ganglion cervical inférieur seul ou double fournit plusieurs filamens dont le nombre est plus ou moins grand à la cinquième, à la sixième et à la septième paires cervicales, et même à la première paire dorsale ; quelquefois il y a deux rameaux pour l'une de ces paires :

j'ai remarqué que cela étoit assez constant pour la sixième.

Le ganglion cervical inférieur fournit encore des filets au plexus brachial. J'en ai suivi un qui se rendoit dans la quatrième paire, et un autre dans la sixième; ces rameaux en fournissent d'autres qui s'engagent dans le conduit vertébral, et accompagnent fort loin l'artère vertébrale : ces filets partent quelquefois immédiatement du ganglion cervical inférieur.

Un rameau bien remarquable de ce ganglion est celui qui passe sur l'artère souclavière, et aboutit au premier ganglion thorachique; il sort ordinairement de la partie antérieure et supérieure du dernier ganglion cervical, et se termine à la partie également supérieure et antérieure du ganglion thorachique supérieur : cependant il y a beaucoup de variétés à cet égard; quelquefois ce nerf part du tronc de l'intercostal, au-dessus du ganglion cervical, et se rend au tronc de l'intercostal, au-dessous du premier ganglion thorachique : il est quelquefois double; l'artère souclavière se trouve ainsi dans une espèce d'anse, dont la partie postérieure est formée par le tronc même de l'intercostal très-grêle, et la partie antérieure par le filet que je viens de décrire, lequel entoure aussi quelquefois entièrement ladite artère, implanté par ses deux extrémités à la portion supérieure du nerf intercostal ou au ganglion cervical inférieur (1).

(1) Voyez la pl. VIII que nous avons ajoutée au *Traité sur la structure et sur les maladies du cœur*, par Senac, t. I, seconde édit. 1774.

Ce ganglion fournit aussi des filets qui concourent à composer les plexus pulmonaire et cardiaque : ordinairement ils sortent de la partie latérale interne et un peu inférieure de ce ganglion; cependant quelquefois plusieurs de ces nerfs viennent du nerf intercostal même.

XVII. *Du nerf intercostal dans la poitrine.*

Le tronc de l'intercostal dans la poitrine est plus gros qu'il n'est au-dessus dans la région du col. Il est d'abord placé sur la face antérieure et latérale de la première vertèbre, entre son corps et la tête de la première côte; il s'incline bientôt vers la partie latérale externe, en s'éloignant du corps pour se placer sur l'extrémité antérieure et postérieure des côtes, entre lesquelles il tient par deux racines à chaque nerf vertébral; elles forment, par leur réunion au tronc de l'intercostal, un angle très-aigu, et c'est du concours de ces nerfs avec l'intercostal que résultent les ganglions thorachiques.

Haller a eu une opinion un peu différente des anatomistes. Il a considéré le dernier ganglion cervical, ou celui qu'on nomme généralement ainsi, comme le premier ganglion thorachique, attendu qu'il est formé par la réunion des deux nerfs spinaux sortant par les trous de conjugaison, formés par la réunion de la dernière vertèbre cervicale avec la première vertèbre dorsale.

Quelquefois le tronc de l'intercostal se trouve double, ou formé de deux nerfs entre le ganglion cervical inférieur

et le premier ganglion thorachique. Ces deux nerfs m'ont paru presqu'égaux en grosseur dans plusieurs sujets; mais cependant ils sont quelquefois très-inégaux, et c'est tantôt la branche antérieure qui est la plus grosse, et tantôt la branche postérieure; il y a beaucoup de variétés à cet égard. J'ai trouvé la branche antérieure divisée en deux rameaux qui se rapprochoient en entrant dans le premier ganglion thorachique.

Ces deux branches paroissent se réunir dans ce ganglion. Cependant, quand on les suit dans l'intérieur, on voit non seulement qu'elles sont bien divisées et plus ou moins écartées l'une de l'autre, en se communiquant cependant par quelques filets; mais encore on voit que les rameaux nerveux de chacune de ces branches sont séparés, écartés, épanouis : ce n'est qu'en sortant du ganglion que les deux branches, presque désunies dans son intérieur, se rapprochent pour ne former qu'un seul tronc.

Le premier ganglion dorsal est oblong et le plus considérable des ganglions vertébraux après le premier cervical; il est placé un peu plus latéralement et plus extérieurement que le dernier ganglion cervical inférieur, au côté externe du muscle long du col; il se prolonge quelquefois si près du second ganglion thorachique, qu'il paroît confondu avec lui, sur-tout par sa face antérieure : cependant quand on soulève l'enveloppe commune, on les trouve séparés; il est bien rare qu'ils soient tellement réunis qu'ils ne forment qu'un seul ganglion.

Ensuite le nerf intercostal continue son trajet dans

la poitrine, toujours placé près des articulations des côtes avec les vertèbres; il reçoit, par chaque trou de conjugaison des vertèbres dorsales, deux cordons nerveux de la moelle épinière, dont l'un, le plus long, est extérieur et postérieur; l'autre est interne et antérieur : c'est le plus court. Les ganglions qui résultent de la réunion de ces cordons nerveux avec le tronc du nerf intercostal, sont placés dans l'intervalle des apophyses transverses : leur figure n'est pas par-tout la même, les uns étant oblongs, fusiformes, et d'autres triangulaires ; quelques-uns sont légèrement aplatis, d'autres sont arrondis (1).

J'ai souvent observé que les cinquième et sixième ganglions dorsaux étoient un peu plus petits que les supérieurs du même ordre, et que les deux ou trois ganglions suivans grossissoient un peu, sur-tout le septième. Ces ganglions communiquent mutuellement ensemble par un de ces deux rameaux.

Le nerf intercostal thorachique fournit, du côté interne et supérieurement, des rameaux qui se rendent au plexus cardiaque, après s'être réunis avec d'autres rameaux que les plexus reçoivent du ganglion cervical inférieur et du premier ganglion thorachique : quelquefois on trouve des filets du tronc même de l'intercostal qui vont directement au plexus cardiaque, sur-tout du côté gauche. Nous l'avons déja fait remarquer.

---

(1) Voyez la planche première, fig. I, par Camper., *Demonstr. anat. lib. I. Cont. brach. hum. fabricam et morbos. Amstelodami*, 1760, *fol. max.*

Il sort de cette partie thorachique supérieure de l'intercostal quelques filets qui se perdent dans l'extrémité inférieure du muscle antérieur, le long du col.

XVIII. *Plexus pulmonaires.*

Ces plexus étant formés de divers nerfs qui leur sont fournis par la portion cervicale de l'intercostal et par la portion supérieure thorachique de ce même nerf, nous ne pouvions les décrire qu'après avoir parlé des deux portions mentionnées de ce nerf. Ces plexus sont non seulement composés d'une multitude de filets que l'intercostal leur fournit, mais encore de beaucoup d'autres qui leur sont envoyés par la paire vague; au lieu que le plus grand nombre de nerfs des plexus cardiaques vient de l'intercostal.

Ce sont ceux-là que nous décrirons plus particulièrement.

XIX. *Plexus pulmonaire gauche et postérieur.*

Il n'en est pas de même des deux plexus pulmonaires; ils sont plus particulièrement formés par la paire vague: le gauche, qui est postérieur, reçoit des filets du dernier ganglion cervical de l'intercostal directement, et quelquefois de ceux que ce nerf envoie de son tronc. J'ai suivi assez loin sur les branches deux rameaux de l'intercostal, qui se confondent ensuite avec ceux de la paire vague, dont le plexus postérieur est formé.

J'ai aussi souvent fait observer à ceux qui assistoient à mes dissections le filet dont parle principalement Winslow, lequel part du premier ganglion thorachique, se joint au grand nerf récurrent de la paire vague; et de cette union il sort un filet qui passe derrière le tronc commun de l'artère axillaire et de l'artère carotide, s'unit avec un filet de la paire vague, et entre dans la composition du plexus pulmonaire (1).

Ce plexus ainsi considéré est donc moins un entrelacement de nerfs, qu'une division de la paire vague, à laquelle vont se rendre des rameaux des nerfs récurrens et beaucoup d'autres de l'intercostal, comme on vient de le dire.

XX. *Plexus pulmonaire droit et antérieur.*

Indépendamment de ce plexus pulmonaire qu'on pourroit, par rapport à sa position, nommer postérieur, le seul que Winslow ait décrit, il en est un autre qui est plus antérieur et du côté droit, et auquel le nerf intercostal droit fournit plusieurs filets, lesquels proviennent du dernier ganglion thorachique, et de la portion thorachique supérieure de l'intercostal; ils se portent à la partie antérieure et inférieure de la bronche droite, d'où ils se prolongent, en se confondant avec plusieurs rameaux de la paire vague, dans le tissu du poulmon.

Ce plexus reçoit aussi beaucoup de rameaux du plexus

(1) Winslow, *Exposit. anat. Traité des nerfs*, n° 385.

cardiaque supérieur (1). Nous avons souvent suivi un filet de ce plexus cardiaque supérieur qui se prolongeoit sur l'extrémité inférieure et antérieure de la trachée-artère, se réfléchissoit sur le tronc de l'aorte, et parvenoit au plexus gauche, en communiquant au plexus postérieur. Haller a fait mention de ce filet nerveux (2).

XXI. *Plexus cardiaques.*

On peut admettre deux plexus cardiaques : le supérieur, qui est placé entre les deux premières bronches, un peu plus à droite qu'à gauche, se prolongeant sur la courbure de l'aorte, dans l'endroit où elle fournit la souclavière droite. L'inférieur, qui est plus considérable, est, par sa position, postérieur au précédent.

XXII. *Plexus cardiaque supérieur.*

Ce plexus cardiaque supérieur n'est pas le même dans tous les sujets ; quelquefois la majeure partie de ses rameaux lui proviennent de la paire vague : ce qui n'a pas lieu à l'égard du plexus cardiaque inférieur, qui est presque tout formé par des rameaux de l'intercostal.

Divers filets de ce plexus se perdent sur la courbure de l'aorte vers la racine de la souclavière, sur le péricarde : d'autres vont se rendre au grand plexus, ou plexus

---

(1) *Traité du cœur*, par Senac, nouvelle édition, t. I, p. 512.
(2) *Élémens physiol.* t. III, p. 171.

inférieur du cœur ; quelques-uns accompagnent assez profondément dans le cœur l'artère coronaire droite, après s'être réunis et séparés plusieurs fois : ce qui donne lieu à plusieurs petits plexus.

Quelques-uns de ses rameaux sont plus ou moins rapprochés sur la partie supérieure du cœur près de l'oreillette droite, formant de petits plexus très-serrés qu'on a pu prendre pour des ganglions ; mais nous n'en avons jamais distingué aucun d'une manière assez sensible pour pouvoir l'admettre (1).

Un rameau remarquable du côté droit, qui se rend à ce plexus cardiaque supérieur, sort du ganglion cervical moyen, ou du tronc même de l'intercostal. Quand ce ganglion n'existe pas, ce qui est assez fréquent, souvent tout seul, il reste isolé dans une certaine étendue ; mais quelquefois il prend son origine de deux ou trois filets, dont quelques-uns lui proviennent du dernier ganglion cervical. De cette réunion, il résulte un seul nerf, souvent deux, et quelquefois davantage, qui se portent, en se communiquant réciproquement, sur l'artère carotide et souclavière, et se rendent au plexus cardiaque supérieur : souvent un de ses rameaux se porte sur la face antérieure de l'artère pulmonaire, s'insinue derrière la partie supérieure de l'arcade de

(1) Voyez la description de ces nerfs que Haller a donnée d'après un de ses disciples qu'il cite avec beaucoup d'éloge. (*Élémens physiol.* t. I, p. 358.) Voyez aussi le grand ouvrage de Scarpa, sur les nerfs du cœur, avec de superbes gravures, in-fol. *Pavie*, 1794.

l'aorte où il reprend divers filets, lesquels s'écartent et forment une espèce de patte d'oie, et dont quelques-uns parviennent à l'oreillette droite, et d'autres sur l'artère coronaire du même côté, et se joignent à quelques rameaux, avec lesquels ils forment les petits plexus dont nous venons de parler.

Du côté gauche, le nerf intercostal fournit, ou du ganglion moyen ou du tronc même, des rameaux assez semblables, et qui concourent également à former le plexus cardiaque supérieur; il en part des filets qui se portent à l'oreillette du cœur gauche, et d'autres accompagnent l'artère coronaire, du même côté, sur la face inférieure et aplatie du cœur.

En général, les branches que l'intercostal gauche fournit au plexus supérieur et au plexus inférieur que nous allons décrire, sont plus variables que celles de l'intercostal droit; il paroît aussi qu'elles se divisent en un plus grand nombre de plexus.

XXIII. *Plexus cardiaque inférieur.*

Le plexus cardiaque inférieur est plus postérieur, plus grand, et situé plus à gauche que le précédent; il reçoit peu de nerfs de la huitième paire, et est principalement formé par les nerfs que l'un et l'autre intercostal lui fournissent, tant des ganglions cervicaux moyens et inférieurs, que des premiers ganglions thoraciques : il en reçoit encore de l'intercostal même, et d'autant plus que les ganglions lui en donnent moins.

Ordinairement l'origine des nerfs fournis au plexus cardiaque du côté gauche est plus inférieure que celle des nerfs droits.

Le premier ganglion cervical fournit quelques rameaux mous qu'il est souvent possible de suivre jusqu'au plexus cardiaque inférieur; les autres ganglions fournissent également d'autres branches, mais plus solides, et dont la dissection est par conséquent plus aisée, lesquels se portent derrière la crosse de l'aorte.

Lorsque le ganglion cervical moyen manque, c'est le tronc de l'intercostal qui donne alors un rameau assez considérable, qui se porte obliquement en descendant vers ce plexus.

Les rameaux que le ganglion cervical inférieur, et ceux que le ganglion thorachique supérieur fournissent pour ce même plexus, se réunissent ordinairement ensemble, du moins par quelques-uns de leurs filets, avant de parvenir au plexus, où ils ont de plus fréquentes communications.

On voit aussi d'autres rameaux, mais peu nombreux et bien variables, qui se joignent à ceux des ganglions, et qui sont formés par l'intercostal, soit au-dessus, soit au-dessous de ces ganglions.

Mais l'origine, le nombre et la direction des nerfs qui vont former les plexus cardiaques, sont très-variables; observation qui a été faite avec raison par Senac (1). Les nerfs cardiaques, dit-il, sont plus variables que les

(1) *Structure du cœur*, explicat. des fig. t. I, p. 512.

vaisseaux sanguins du cœur. Cette variété est plus remarquable du côté gauche que du côté droit ; mais les plexus eux-mêmes sont beaucoup plus constans, du moins nous n'y avons pas observé toutes ces différences, ni pour leur position, ni pour leur étendue, ni pour leur communication.

La situation de ce plexus est telle, qu'il est placé à la base du cœur près des artères aorte et pulmonaire; il fournit des rameaux entre ces deux artères, qui se distribuent sur la base du cœur, et dont quelques filets nerveux accompagnent les rameaux de l'artère coronaire droite.

On voit aussi quelques rameaux du plexus cardiaque postérieur se répandre sur la face latérale gauche de l'aorte, et parvenir à l'oreillette gauche et à la base du cœur du même côté ; j'ai plusieurs fois suivi des rameaux de ce plexus sur les artères coronaires gauches, très-avant dans le cœur.

Ce plexus cardiaque inférieur communique aussi avec le supérieur, et fournit des rameaux qui passent sur le canal artériel, et qui se jettent sur les artères pulmonaires ; nous avons aussi vu le plexus cardiaque inférieur communiquer par deux filets avec une branche du premier ganglion cervical, à la biffurcation de l'artère pulmonaire ; ils communiquoient aussi avec des rameaux des nerfs récurrens.

XXIV. *Nerfs splanchniques.*

Le nerf intercostal fournit, vers la septième vertèbre dorsale, quelquefois plus bas, plusieurs rameaux qui se portent en avant obliquement, descendant sur le corps des vertèbres, et se réunissant avec des branches des nerfs intercostaux, pour former de chaque côté, par leur concours, les nerfs communément appelés *splanchniques*.

Ces rameaux sortent ordinairement des ganglions inférieurs dorsaux; ceux qui proviennent du septième et du huitième m'ont paru fréquemment plus gros; cependant ce ne sont pas toujours les ganglions qui les fournissent: quelquefois ils partent du tronc même de l'intercostal, sinon tous, du moins plusieurs; et quelques-uns, avant de parvenir au tronc commun, se réunissent avec leurs collatéraux, soit supérieurement, soit inférieurement.

On peut dire que les nerfs splanchniques ne sont autre chose qu'une émanation des nerfs intercostaux et de quelques ganglions thorachiques inférieurs.

Ils sont placés derrière la plèvre, et parviennent dans le bas-ventre après avoir passé à travers le diaphragme entre l'appendice moyen et l'appendice interne de ce grand muscle; quelquefois ils passent par la même ouverture du diaphragme, qui donne passage à l'aorte et à la veine azigos.

Ensuite les nerfs splanchniques se prolongent dans le bas-ventre, derrière le péritoine, de manière que chacun

aboutit à son ganglion sémilunaire, au-dessus de l'artère cœliaque; le ganglion sémilunaire gauche est si près de l'aorte, qu'il en est presque contigu.

Les branches de l'intercostal qui constituent le nerf splanchnique varient beaucoup par leur origine; car elles en proviennent, tantôt très-haut, et quelquefois très-bas: on les a vues sortir du tronc sur la sixième, sur la septième et enfin quelquefois sur la dixième ou même sur la douzième vertèbre dorsale : bien plus, des anatomistes (1) assurent avoir vu les troncs de l'intercostal aboutir eux-mêmes aux ganglions sémilunaires; de sorte qu'alors il n'y avoit plus de continuité entre la portion du tronc du nerf intercostal thorachique et la portion ventrale : nous n'avons jamais vu le tronc aussi interrompu.

Il est bien vrai que le tronc de l'intercostal est quelquefois si grêle, après avoir fourni les branches splanchniques, qu'il n'en reste qu'un filet très-petit qui établit la continuation du tronc de l'intercostal thorachique avec celui du bas-ventre : mais ce filet existe toujours, du moins je l'ai toujours trouvé; il grossit à proportion qu'il s'approche du bas-ventre, par la réunion des branches que les nerfs vertébraux lui fournissent.

Ces branches du nerf splanchnique varient non seulement par leur grosseur, mais même par leur nombre; les supérieures sont ordinairement plus grosses que les autres, mais cela n'est pas constant; car quelquefois les premières sont bien plus grêles que les suivantes, et

(1) Roland, Martin, *Institut. nevrolog.* n° 141.

quelquefois, entre deux grosses branches, on en a trouvé une ou plusieurs qui étoient très-petites.

Leur nombre varie; j'en ai quelquefois compté trois d'un côté, et quatre et même cinq de l'autre; souvent on en peut compter six, même sept et peut-être au-delà; car il n'y a rien de constant, ni sur le nombre, ni sur la grosseur absolue et relative de ces branches : on observe toujours des différences d'un côté à l'autre.

Qoui qu'il en soit, la plupart de ces branches nerveuses se réunissent près du diaphragme, forment un tronc, lequel, après avoir traversé ce grand muscle, comme il a été dit, aboutit dans le bas-ventre au ganglion sémilunaire : ordinairement la dernière, et quelquefois deux des premières branches du nerf splanchnique percent le diaphragme et se réunissent aux inférieures avant de parvenir au ganglion; quelquefois ces branches inférieures y arrivent séparément, d'autres fois quelques-unes d'elles vont directement se perdre dans les plexus voisins. J'en ai suivi, du côté droit, dans le plexus hépatique, et du côté gauche, dans le plexus splanchnique : bien plus, nous avons suivi jusqu'au plexus rénal droit des filets splanchniques; il en parvient également dans le plexus rénal gauche. Je crois même que cela est fréquent.

XXV. *Ganglions sémilunaires.*

Les ganglions sémilunaires sont ordinairement au nombre de deux; quelquefois cependant chacun est comme divisé en deux ou trois d'un côté seulement ou

des deux côtés : alors l'un est presque toujours très-gros relativement à l'autre ; bien plus, quelquefois chaque ganglion est divisé en plusieurs petits ganglions d'inégale grosseur, ou en plusieurs filets en forme de plexus, et grossis en quelques endroits comme par autant de ganglions : de sorte qu'alors les deux ganglions ainsi divisés forment par eux-mêmes et par les rameaux mitoyens qui les réunissent réciproquement un plexus assez considérable.

Il est cependant bien rare que ces ganglions sémilunaires soient remplacés par un tel plexus ; presque toujours ils sont au nombre de deux ; ils ressemblent à un croissant, ou, comme les anatomistes le disent, à une demi-lune dont les cornes ou les extrémités sont obliquement tournées en bas et en dedans : mais cette figure est bien variable ; quelquefois le milieu du ganglion étant plus gros, on a cru y entrevoir la ressemblance d'un oiseau dont les ailes seroient déployées : mais on comprend que toutes ces comparaisons sont peu exactes.

Ces deux ganglions sont placés entre les deux capsules atrabilaires, mais de manière que l'un est à droite et l'autre à gauche, et au-devant de l'aorte le trépied de la cœliaque est entre deux, mais plus près du ganglion gauche que du ganglion droit.

XXVI. *Ganglion droit.*

Le ganglion droit est ordinairement plus volumineux que l'autre ; sa figure n'est pas toujours celle d'un crois-

sant; il est quelquefois alongé, très-grêle; ses extrémités sont quelquefois plus grosses, et irrégulièrement plus arrondies que son milieu. J'ai vu ce ganglion plusieurs fois différemment configuré, tantôt formé de divers corps arrondis, contigus, qui diminuoient de volume à proportion qu'ils étoient près des extrémités, et tantôt les corps orbiculaires étoient tellement arrangés, que ceux du milieu étoient moins gros que ceux des extrémités, et qu'ils étoient séparés par des plexus de nerfs très-serrés.

Ce ganglion est situé entre le pilier droit du diaphragme et la veine-cave, près de la grosse extrémité et droite du pancréas : son extrémité supérieure est près de la capsule atrabilaire droite, et l'extrémité inférieure est souvent contiguë à l'artère émulgente droite.

XXVII. *Ganglion gauche.*

Le ganglion sémilunaire gauche est placé obliquement au-devant du pilier gauche du diaphragme, souvent sur l'artère phrénique qui lui fournit des rameaux qu'on peut aisément suivre jusque dans sa texture. Sa face antérieure est recouverte par l'extrémité gauche, grêle, et supérieure du pancréas; son extrémité supérieure est près de la veine splénique, et son extrémité inférieure est voisine de l'artère émulgente gauche.

XXVIII. *Divers plexus du bas-ventre formés en grande partie par les ganglions sémilunaires.*

De ces ganglions part une multitude de nerfs qui vont former divers plexus. Nous considérerons d'abord ceux qui sortent à peu près de la concavité ou du bord sémilunaire et interne de ces ganglions ; nous parlerons ensuite de ceux qui émanent des autres parties de ces ganglions.

Les premiers paroissent se rendre d'un ganglion à l'autre, et il en est en effet qui y parviennent sans souffrir aucune communication entre eux ; mais ils sont en bien petit nombre : la plupart se réunissent avec les branches nerveuses qui viennent de l'autre ganglion. Souvent, après s'être divisés en plusieurs filets, dont les uns sont plus long-temps prolongés, sans se réunir, que les autres, leur marche est à peu près transversale ; et aussi le plexus qu'elles forment a-t-il été nommé *transversal.*

XXIX. *Plexus transversal.*

Quelques nerfs cependant sortis de la face concave des ganglions ont une autre direction, et, soit qu'ils se prolongent seuls ou qu'ils se réunissent avec des rameaux formés par les nerfs transversaux, ils concourent à former le plexus transversal, en s'éloignant en forme de rayons plus ou moins divaricans ; ce qui a sans doute déterminé Willis à désigner ces assemblages

de nerfs sous le nom de *plexus solaire*. Joints à quelques branches de la paire vague, divers rameaux du plexus solaire se jettent sur le tronc de l'artère cœliaque, et lui forment une espèce de gaîne dont plusieurs rameaux accompagnent les artères gastriques, spléniques et hépatiques.

Ces rameaux, assez gros à leur origine, diminuent à proportion qu'ils s'en éloignent, en se divisant en d'autres rameaux qui forment, par leur concours, divers petits plexus, lesquels se répandent sur les branches de l'artère cœliaque (1).

On peut aussi suivre facilement, par la dissection, plusieurs filets qui montent sur le pilier droit du diaphragme, et se rendent sur la face inférieure de ce grand muscle, en y formant un petit plexus en forme d'éventail : je n'y ai jamais aperçu aucun ganglion.

XXX. *Plexus gastrique supérieur.*

De la partie moyenne et supérieure du plexus transversal partent quelques rameaux nerveux, lesquels, en se réunissant avec trois ou quatre autres du tronc antérieur ou gauche de la huitième paire, forment un plexus assez considérable qu'on peut appeler *plexus gastrique supérieur*, ou le *petit plexus coronaire*, pour

(1) Voyez les savantes observations de Comparetti. (*Occursus med.* etc. *Venet.* in-8°, 1790.) Nous avons suivi quelques rameaux des nerfs dont il parle jusque sur les branches des artères; mais nous n'avons pu en observer un aussi grand nombre que cet anatomiste dit l'avoir fait.

le distinguer de celui de l'estomac, qui est placé à la grande courbure et vers le pilore, et auquel celui-ci fournit divers rameaux bien remarquables, sur-tout vers la face postérieure et inférieure de l'estomac. On en voit aussi plusieurs qui se distribuent au cardia, conjointement avec des rameaux de la paire vague droite; quelques-uns des rameaux du petit plexus coronaire parviennent jusqu'au plexus hépatique, et s'y confondent.

XXXI. *Plexus gastrique inférieur.*

Mais les rameaux du plexus gastrique inférieur qui accompagnent l'artère coronaire inférieure, ou la grande artère stomachique, sont encore plus remarquables; ils lui forment d'abord une espèce de gaîne, et quelques-uns accompagnent les rameaux sur l'estomac, fort loin, en se soudivisant et en se répandant sur la grande convexité, et même sur les faces de l'estomac. On les voit qui se réunissent avec les nerfs dont nous avons parlé, et qui sont principalement fournis au bord supérieur de ce viscère et au cardia.

D'autres rameaux du nerf gastrique inférieur abandonnent l'artère coronaire inférieure, après lui avoir fourni quelques filets qui l'accompagnent au loin, et se prolongent sur la région pilorique de l'estomac, où ils fournissent divers petits rameaux conjointement avec quelques-uns de la branche intercostale gastrique supérieure, et avec des rameaux de la paire vague du côté droit.

XXXII. *Plexus hépatique.*

Du plexus commun ou solaire que nous avons déja décrit, et dont la plupart des branches accompagnent d'abord le tronc de l'artère cœliaque, partent divers rameaux qui suivent l'artère hépatique, et semblent lui former une espèce de gaîne plexiforme, de laquelle résulte un petit plexus qui est d'abord placé au-dessus du bord supérieur du pancréas, à côté du canal cholédoc, et un peu par-dessus le tronc de la veine-porte; il fournit quelques rameaux à la portion voisine du pancréas : on en voit qui se plongent et se perdent aussi dans l'épiploon, et il est des rameaux de ce plexus qui se rendent au pilore et à l'intestin duodénum.

Cependant les nerfs du plexus hépatique, qui sont presque contigus à l'artère du même nom depuis sa sortie du tronc cœliaque, s'en écartent davantage lorsqu'ils sont parvenus près de l'entrée de cette artère dans le foie, et se réunissent assez visiblement en trois ou quatre faisceaux qui prennent une direction bien différente; deux vont à droite du foie, et l'un est antérieur à l'autre; le troisième faisceau se porte vers la partie gauche du foie.

Le faisceau antérieur droit comprend six ou sept rameaux bien distincts, dont quelques-uns communiquent avec des rameaux de la paire vague du côté droit. De cette réunion il résulte des nerfs qui accompagnent les artères du pilore, du duodénum, du pancréas, et

d'autres qui s'enfoncent dans le foie avec les rameaux droits de l'artère hépatique.

Les rameaux droits et postérieurs du plexus hépatique accompagnent la veine-porte, et plusieurs d'entre eux communiquent avec des rameaux de la paire vague droite, plus postérieurs encore que ceux dont nous venons de parler; quelques-uns de ces nerfs parviennent au foie, et le pénètrent par la fosse du conduit veineux près du petit lobe; d'autres sont comme les satellites des rameaux de la veine-porte. Je les ai suivis très-loin dans la propre substance du foie; j'en ai vu plusieurs qui se réunissoient entre eux, d'où résultoient quelques gonflemens ganglifornes qui n'ont point échappé aux recherches du célèbre Walter.

Les nerfs qui proviennent du côté droit du plexus hépatique pénètrent le foie avec les nerfs antérieurs droits, avec lesquels quelques filets se réunissent pour se répandre au côté droit du foie; mais la majeure partie parvient au côté gauche du foie, et suit d'assez près les rameaux gauches de la veine-porte dans ce viscère. J'ai vu deux ou trois de ces filets nerveux communiquer avec des filets que la paire vague fournit à cette partie du foie.

Tel est l'exposé succinct du plexus hépatique et des nerfs qu'il fournit au foie, qui sont, comme on voit, fort nombreux. Il faut encore faire mention de quelques autres nerfs qui parviennent à ce viscère sous le petit lobe, et qui viennent directement de la convexité du ganglion droit sémilunaire. J'ai souvent vu quatre

rameaux, à peu de distance l'un de l'autre, de la partie indiquée de ce ganglion, et qui formoient un petit plexus particulier, d'où provenoient quelques filets qui pénétroient le foie sous le petit lobe, et dont il m'a été difficile de suivre la marche dans le parenchyme de ce viscère.

XXXIII. *Plexus splénique.*

Les nerfs dont le plexus splénique est formé proviennent de la partie latérale gauche du plexus solaire, et du ganglion sémilunaire gauche, ordinairement de son appendice gauche, près de l'extrémité du pancréas qui lui correspond; quelques-uns de ces nerfs parviennent à la grosse tubérosité de l'estomac, et y fournissent plusieurs rameaux. On y observe quelquefois bien manifestement un petit ganglion, duquel sortent plusieurs petits nerfs qui se perdent dans les tuniques de l'estomac, et y forment un léger plexus qu'on peut nommer le *plexus gastrique inférieur gauche.*

Le plus grand nombre des nerfs du plexus splénique suivent l'artère de ce nom, et lui forment une espèce de gaîne, d'abord le long du pancréas, dans une sinuosité pratiquée à sa partie supérieure, et un peu postérieure, à laquelle les nerfs spléniques fournissent divers petits filets.

Parvenus près de la sinuosité de la rate, les nerfs du plexus s'écartent les uns des autres, et accompagnent d'assez près les branches de l'artère splénique, en même

temps qu'elles pénètrent la rate. J'en ai suivi plusieurs très-profondément dans la substance de ce viscère.

XXXIV. *Plexus rénaux.*

Les ganglions sémilunaires fournissent de chaque côté de leur pointe supérieure plusieurs rameaux nerveux, desquels résulte un plexus très-considérable connu sous le nom de *plexus rénal.* A ces rameaux provenant du ganglion sémilunaire, se joignent ordinairement des rameaux du nerf splanchnique ; mais il y a à cet égard une grande variété ; car si, dans quelques sujets, les ganglions sémilunaires paroissent former seuls les plexus rénaux, en d'autres les nerfs splanchniques concourent tant à leur formation, qu'ils fournissent peut-être le tiers de leurs rameaux. C'est ce dont nous nous sommes bien convaincus par diverses dissections réitérées et faites avec soin.

Quelques anatomistes ont donné le nom de *petit nerf splanchnique* aux branches du nerf intercostal qui parviennent à ce plexus rénal, pour le distinguer de celui ou de ceux qui se rendent au ganglion sémilunaire ; mais, comme nous l'avons déja dit, ce second nerf splanchnique n'est pas constant, et quand il existe il n'est pas toujours le même, soit pour son origine, soit pour le nombre, la grosseur et la direction des rameaux qui le forment ; quelquefois le dixième, le onzième et le douzième ganglion thorachique fournissent encore un rameau chacun, lesquels, réunis dans la poitrine,

forment un nerf qui passe par une ouverture pratiquée dans le pilier du diaphragme, séparément de celle qui donne passage au grand nerf splanchnique. Ce nerf reçoit dans le bas-ventre un ou deux rameaux du sympathique abdominal, et fournit ensuite au plexus rénal, et même au petit plexus qu'on trouve sur l'artère aorte, dont nous parlerons plus bas.

Le plexus rénal, indépendamment des rameaux du ganglion sémilunaire et du petit nerf splanchnique dont nous venons de parler, reçoit aussi directement des rameaux du nerf intercostal abdominal; ils sont ordinairement fournis par les premiers ganglions qui résultent de la communication de ce nerf avec les nerfs lombaires supérieurs. J'ai même vu des nerfs du plexus rénal qui provenoient du tronc même du premier nerf lombaire.

Plusieurs des filets nerveux du plexus rénal se portent aux reins succenturiaux, et l'on en voit qui remontent et qui se répandent sur les parties latérales du diaphragme; d'autres, qui sont bien plus nombreux, accompagnent les vaisseaux sanguins des reins, et les entourent diversement, en fournissant des filets ultérieurs, lesquels pénètrent la substance du rein. J'ai vu dans quelques-uns de ces nerfs de petits gonflemens gangliformes; leur nombre ne m'a pas paru toujours le même. Il y en a un plus constant, il est plus gros que les autres; ordinairement il est placé vers le bord inférieur et postérieur des vaisseaux rénaux, très-près du rein.

C'est de ce ganglion que sortent plusieurs filets, dont

quelques-uns s'enfoncent dans la propre substance du rein ; d'autres se portent vers le cordon spermatique, s'y répandent en se soudivisant, accompagnent ceux du plexus mésentérique, ceux fournis par le tronc abdominal sympathique, et ceux du ganglion mésocolique, qui forment, par leur réunion, le plexus spermatique. Quelques-uns de ces nerfs accompagnent le cordon spermatique chez les hommes hors le bas-ventre, jusqu'aux testicules, dans lesquels pénètrent quelques rameaux de ces nerfs qu'il nous a été impossible de suivre bien avant, malgré nos recherches multipliées à cet égard : ces nerfs deviennent mous dans le testicule, ce qui empêche sans doute qu'on ne puisse les suivre plus loin.

Dans les femmes, ces nerfs accompagnent les vaisseaux artériels et veineux des ovaires ; quelques-uns de ces nerfs pénètrent leur substance.

XXXV. *Plexus mésentérique supérieur.*

Le plexus mésentérique supérieur est plus inférieur que ceux que nous venons de décrire ; il est placé presqu'au milieu du bas-ventre, entre le pancréas et l'intestin duodénum, au-dessous du tronc de l'artère cœliaque, du plexus solaire, et des ganglions sémilunaires. Il est unique, et il est formé des filamens flexueux qui lui proviennent, tant des ganglions sémilunaires droit et gauche, que du plexus solaire, des plexus hépatique, splénique, et des plexus rénaux.

Ainsi que les plexus hépatique et splénique accompagnent les artères du même nom, de même le plexus mésentérique supérieur accompagne d'abord le tronc de l'artère mésentérique supérieure, et lui fournit une espèce de gaîne jusqu'à ce qu'il se divise en d'autres rameaux. Le plexus se divise aussi, et fournit des nerfs qui suivent les branches de la mésentérique et se rendent aux intestins grêles. On peut observer dans le plexus mésentérique supérieur des nerfs qui en sortent et qui passent le long de l'extrémité droite du pancréas, et accompagnent un ou deux rameaux artériels que l'artère mésentérique supérieure fournit au duodénum. Ces nerfs m'ont paru constans ; ils proviennent du plexus commun mésentérique, avant qu'il fournisse aux intestins grêles. Ceux-là forment aussi de petits plexus qui en accompagnent d'autres près les artères mésentériques : on les peut suivre jusqu'aux intestins grêles et gros, et même jusqu'à la tunique villeuse, pour se terminer aux papilles qu'on y observe ; elle en reçoit sensiblement des filets.

XXXVI. *Plexus mésentérique inférieur.*

Le plexus mésentérique inférieur est placé le long de l'aorte, au-dessous du mésocolon, ce qui a déterminé Haller de le nommer *mésocolique ;* ce sont les trousseaux arrière-mésentériques de Winslow ; c'est le plexus mésentérique inférieur de Lieutaud, de Sabatier.

Ces derniers anatomistes n'ayant pas regardé le plexus

hypogastrique comme un plexus mésentérique, il en résulte qu'au lieu de trois plexus attribués au mésentère, comme Vieussens l'avoit fait, ils n'en admettent que deux, le supérieur et l'inférieur, et ils connoissoient sous le nom d'*hypogastrique* le plexus abdominal du bassin, que Vieussens avoit nommé le *plexus mésentérique inférieur*; dénomination qui n'est pas exacte, et que les savans anatomistes modernes que nous venons de nommer ont su éviter.

Quoi qu'il en soit de cette dénomination, le plexus mésentérique inférieur est formé d'un assemblage des nerfs qui proviennent des ganglions sémilunaires, et principalement du ganglion gauche; du moins nous avons toujours vu un plus grand nombre de nerfs qui ne venoient que du ganglion droit, lesquels vont se répandre sur l'aorte, et accompagnent ensuite l'artère mésentérique inférieure, en s'étendant sur toutes ses branches en manière de gaîne nerveuse (1), mais qui n'est pas comparable, ajoute avec raison Lieutaud (2), à celle de la cœliaque et de la mésentérique supérieure. A ces nerfs s'en joignent quelques autres qui proviennent du plexus mésentérique supérieur, et quelques nerfs encore fournis par le tronc de l'intercostal lui-même. J'en ai vu qui provenoient des premiers ganglions lombaires, et même quelquefois des nerfs lombaires eux-mêmes.

(1) Sabatier, *Traité d'anatomie*, t. II, p. 760.
(2) *Anat. histor.* t. I, p. 658.

Le plexus mésentérique inférieur répand ses rameaux au mésocolon ; plusieurs parviennent au rectum, où ils se réunissent avec ceux du plexus hypogastrique dont nous allons parler.

XXXVII. *Plexus hypogastrique.*

Le plexus hypogastrique, ou le sous-mésentérique de Winslow, est celui auquel Vieussens a sans raison donné le nom de *mésentérique inférieur*. Ses rameaux ne se distribuent en aucune manière au mésentère. Il est en partie formé des trousseaux arrière-mésentériques, ou des nerfs qui accompagnent l'aorte, et dont plusieurs rameaux ont déja concouru à former le plexus mésentérique inférieur. Ces nerfs, parvenus vers l'angle formé par les artères iliaques primitives, se réunissent plus particulièrement, et reçoivent des filets que le tronc de l'intercostal fournit vers les trois dernières vertèbres des lombes et les deux premières pièces de l'os sacrum : ces filets sont inégaux en grosseur. En général ils décroissent à proportion qu'ils sont inférieurs : leur nombre n'est pas absolument le même ; mais il y en a toujours de trois jusqu'à cinq : c'est de la réunion de tous ces nerfs que le plexus hypogastrique est formé.

Ce plexus se prolonge jusque vers le milieu de l'os sacrum ; il y reçoit des filets des nerfs sacrés, et fournit divers rameaux aux parties contenues dans le bassin, au rectum, à la vessie, à la matrice, au vagin chez les femmes, et aux vésicules séminales dans l'homme. Tels

sont les plexus du bas-ventre. Nous venons d'en donner une description succincte, mais suffisante, et, à ce qu'il nous paroît, bien plus claire et plus précise que celle qu'on trouve dans les auteurs. Nous avons dit ce que nous avons vu, et non pas dans un seul sujet, mais dans plusieurs; de sorte que nous sommes assurés que ce que nous avons annoncé est le résultat de ce que les anatomistes pourront observer quand ils se livreront à de pareilles recherches.

XXXVIII. *Suite de la description du nerf intercostal dans le bas-ventre.*

Je viens de décrire les rameaux du nerf intercostal qui forment les plexus abdominaux, et j'ai, pour les décrire de suite, suspendu la description du tronc de ce grand nerf. Ce nerf, après qu'il a fourni les branches des nerfs splanchniques, grand et petit, devient très-grêle; et, parvenu vers la onzième vertèbre dorsale, il se porte obliquement, en descendant de dehors en dedans, sur la face antérieure de la douzième vertèbre, passe à travers le diaphragme, entre les piliers de ce grand muscle et le grand psoas, et se place à côté des corps des vertèbres lombaires, sur les racines de leurs apophyses transverses.

Le nerf intercostal grossit peu à peu, en recevant les branches des nerfs de l'épine, qui en paroissent comme autant de racines. Il y a à la réunion de leurs rameaux avec le nerf intercostal des ganglions qui sont différens,

à quelques égards, de ceux de la poitrine qui leur correspondent, et dont nous avons parlé.

Ceux-ci manquent quelquefois, et d'autres fois, au lieu d'un ganglion, il y en a quelquefois deux, qui sont si rapprochés, qu'ils sont presque contigus.

Le premier ganglion lombaire nous a constamment paru le plus considérable ; il est placé entre la première et la seconde vertèbre lombaire, à la réunion de la première et de la seconde branche lombaire : le nerf intercostal devient ensuite plus grêle, en recevant cependant dans son trajet des rameaux des nerfs lombaires. Il en résulte d'autres ganglions sur la quatrième et sur la cinquième vertèbre lombaire ; ils sont si petits, qu'on a peine à les apercevoir : ordinairement ils sont très-alongés, comme un grain d'orge ; ce qui les a fait surnommer par quelques anatomistes, *ganglions hordéiformes*. Ces ganglions nous ont paru manquer dans quelques sujets ; il y a aussi des ganglions dans le bassin, ordinairement trois de chaque côté.

Le premier ganglion du bassin est ordinairement très-apparent ; il est bien plus gros que les deux derniers ganglions lombaires ; il est formé par la quatrième et cinquième paire des nerfs lombaires, racines de la première paire des nerfs sacrés ; il fournit un rameau au nerf intercostal. Le second ganglion sacré est formé par la réunion des nerfs de la seconde avec la première et avec la troisième paire sacrée réunies ; il fournit un rameau à l'intercostal. Ce ganglion est bien plus petit que le précédent. Le troisième ganglion, formé par

les nerfs sacrés suivans, est à peine visible, et bien souvent on ne peut le distinguer; il y a aussi un filet nerveux qui, de ce ganglion, quand il existe, ou des nerfs sacrés inférieurs, s'il manque, communique avec l'intercostal.

Les ganglions lombaires fournissent divers rameaux au plexus rénal mésentérique supérieur et inférieur. Les ganglions sacrés en fournissent au plexus hypogastrique dont nous avons déja parlé; ils en donnent encore d'autres qui se réunissent aux nerfs lombaires et aux nerfs sacrés, et presque toujours c'est au nerf vertébral le plus proche qu'il se réunit. Nous avons souvent vu des rameaux, des ganglions, ou des nerfs vertébraux sacrés, passer sur un ou deux nerfs lombaires sans s'y réunir, pour se rendre au nerf intercostal; et comme les branches nous ont presque toujours paru plus plus grosses vers les ganglions et vers les nerfs vertébraux lombaires ou sacrés, que vers le nerf intercostal, ne peut-on pas croire que ce nerf les reçoit plutôt que de les fournir?

XXXIX. *Extrémités inférieures du nerf intercostal.*

Le nerf intercostal diminue considérablement de grosseur vers la troisième vertèbre lombaire, dans l'endroit où il se trouve, entre le muscle psoas et l'appendice tendineuse du diaphragme, de manière que le rameau qu'il a fourni au nerf lombaire correspondant est souvent plus gros que la suite de son tronc. Parvenu sur

les parties latérales de la quatrième et cinquième vertèbres lombaires, il se trouve placé sous les vaisseaux iliaques : là, il se divise en deux rameaux, dont l'un est externe et l'autre est interne. L'externe est plus gros et communique avec la dernière paire lombaire ; l'interne, qui, par sa direction, paroît la continuation du tronc, fournit une branche au plexus mésentérique inférieur, que j'ai cependant vue provenir du quatrième ganglion lombaire.

Le tronc du nerf intercostal devient d'autant plus grêle, qu'il est inférieur ; il est placé sur la face antérieure et le long des trous de l'os sacrum, sur le muscle pyriforme, au-dessous du plexus hypogastrique, en communiquant avec les nerfs sacrés par des filets grêles et courts : il y a quelquefois, au point de leur réunion, des gonflemens gangliformes. Nous n'avons jamais vu ce nerf se prolonger ni même communiquer avec la dernière paire sacrée : mais on peut voir de petits filets que l'intercostal fournit, par sa partie inférieure, à l'intestin rectum et à la vessie. Nous en avons suivi quelques-uns assez loin dans les tuniques de ces organes membrano-musculeux, notamment un filet de l'intercostal qui parvient au col de la vessie, et qui se prolonge sur la bulbe de l'urètre.

Dans la plupart des sujets que j'ai disséqués, ou qui ont été disséqués sous mes yeux, le nerf intercostal, parvenu vers l'extrémité inférieure de l'os sacrum, étoit si grêle qu'on ne pouvoit l'apercevoir au-delà ; il finissoit inférieurement entre l'os coccyx et l'os sacrum.

Je l'ai cependant vu s'incliner en dedans et se réunir avec le nerf intercostal collatéral, et former ainsi une espèce d'anse d'où partoient quelques filets à peine visibles, qui se perdoient dans le plexus hypogastrique et dans les muscles releveurs de l'intestin rectum et du clitoris.

Nous n'avons décrit et admis comme réel que ce que nous avons distinctement bien vu, et plusieurs fois.

FAUTE A CORRIGER.

Page 153, ligne 17, au lieu de *huitième paire*, lisez *sixième paire*.

MÉMOIRE

Sur un nouveau genre (*l'*Areng à sucre) *de la famille des palmiers*,

Par le citoyen Labillardière.

Lu le 21 fructidor an 8.

Le palmier qui fait le sujet de ce mémoire est un des arbres les plus utiles que la nature ait donnés à l'homme; il est très-répandu dans les Moluques, et n'a été décrit convenablement par aucun naturaliste. Il forme un nouveau genre, que j'appelle *Areng*, nom que lui donnent les Javans. Rumphius l'a figuré dans le premier tome de son *Herbier d'Amboine*, planche XIII, et l'a désigné sous le nom de *Saguerus*. Il s'est beaucoup étendu sur ses usages économiques; mais il n'a donné qu'une description très-incomplète des parties de la fructification.

Ce palmier est monoïque, les fleurs mâles étant sur des régimes séparés de ceux qui portent les fruits.

Le spathe, d'une seule pièce, ne tarde pas à tomber après le développement du régime, qui se divise en un grand nombre de rameaux.

Les fleurs mâles, placées à peu de distance les unes des autres, ont un calice composé de six folioles : les

trois extérieures sont en cœur, et ont à leur base une protubérance très-marquée; les trois intérieures sont ovales, beaucoup plus grandes, et alternes avec les premières.

Les étamines, au nombre de cinquante à soixante, sont attachées, les unes vers la base des folioles internes du calice, et la majeure partie à un réceptacle qui s'élève de leur centre et qui leur adhère assez fortement, sur-tout dans les fleurs très-avancées. Les anthères s'ouvrent latéralement en deux loges; elles sont attachées le long des filets, qui offrent une couleur noire, et qui en débordent le sommet en se terminant par une pointe très-aiguë.

Le calice des fleurs femelles est également composé de six folioles. Les trois externes présentent une forme à peu près demi-circulaire, et les internes, qui sont beaucoup plus grandes, ont celle d'un triangle isocèle.

Du centre de la fleur s'élève un ovaire simple, ovale, terminé par trois stigmates aigus et sessiles; il devient une baie jaunâtre, presque sphérique, surmontée de trois protubérances très-marquées, situées à égale distance les unes des autres, et opposées aux stigmates. Chaque baie renferme trois semences représentant à peu près un demi-ovale, avec un angle assez saillant dans toute la longueur, à la partie interne.

L'amande (*albumen*) est d'un beau blanc, légèrement transparente, très-dure, et offre à peu près la texture de la corne. L'embryon est placé dans une cavité que

l'on voit sur un des côtés de l'amande (1), un peu au-dessus de sa partie moyenne ; cylindrique à son extrémité inférieure (2), où l'on distingue en dessous une fossette circulaire : il est un peu aplati à son extrémité supérieure.

Chaque amande (*albumen*) est couverte d'une enveloppe (*integumentum int.*) assez mince, de couleur marron, coriace, très-dure et très-adhérente. On remarque de plus une seconde enveloppe (*integumentum exter.*) très-mince, friable, très-polie intérieurement, et couverte d'aspérités à l'extérieur. Les intervalles compris entre les graines et l'écorce de la baie sont remplis d'une pulpe jaunâtre très-acrimonieuse, et de quelques fibres assez fragiles.

Voici les principaux caractères qui constituent ce nouveau genre.

Un spathe d'une seule pièce; des régimes portant des fleurs mâles, d'autres des fleurs femelles, sur le même pied. Les fleurs mâles ont cinquante à soixante étamines; les fleurs femelles, un ovaire surmonté de trois stigmates, qui devient une baie à trois loges renfermant trois amandes. Le genre avec lequel il a le plus de rapport est le *Borassus;* mais il en diffère essentiellement par le spathe d'une seule pièce, par les étamines très-nombreuses, et par l'embryon situé latéralement.

---

(1) Presque toujours le côté droit (j'appelle ainsi celui qui se trouve à droite lorsqu'on voit la face interne de la graine, l'extrémité la plus proche du pédoncule étant en bas).

(2) Celle qui tient à l'enveloppe de l'amande.

Ce palmier, dont les racines sont fibreuses et assez grosses, s'élève très-droit jusqu'à 18 à 20 mètres, y compris les feuilles. Son tronc a 6 à 7 décimètres d'épaisseur. On y remarque l'empreinte des feuilles dont il se dépouille, de même que tous les arbres de cette famille, à mesure qu'il croît.

Les feuilles, qui ont 5 à 6 mètres de long, sont ailées; leurs folioles sont d'un vert foncé en dessus, blanchâtres en dessous, presque sessiles et légèrement dentées vers leur extrémité; elles ont à leur base un appendice très-marqué; les inférieurs en ont deux assez ordinairement. Les pétioles sont très-larges vers la base, d'où l'on voit sortir des deux bords de longs filamens noirs, élastiques, qui ressemblent à de gros crins de cheval. Les habitans des Moluques en fabriquent des cordes déliées, et même des câbles qui sont très-élastiques, et dont ils font un grand usage dans leur marine. Ces câbles éprouvent peu d'altération de l'humidité, et sont susceptibles de se conserver un très-grand nombre d'années. Les mêmes filamens servent à faire de gros pinceaux, des balais, des vergettes, etc.

Les pétioles sont employés par les naturels dans la construction de leurs habitations, et les folioles, à en couvrir les toits. Ils se servent de ces mêmes folioles pour envelopper le *dammer*, résine qui découle de l'arbre que Rumphius (1) a désigné sous le nom de *dammara alba*. Cette résine donne, en brûlant, une

(1) *Herb. Amb.* t. II, lib. III, cap. 10, tab. 57.

lumière assez vive. Ainsi disposée, elle forme des espèces de torches qui sont d'un usage très-répandu parmi les habitans des Moluques, de Waigiou, de la Nouvelle-Guinée et de beaucoup d'autres îles plus orientales.

Un autre produit beaucoup plus intéressant est une liqueur très-sucrée qu'on retire en grande quantité des régimes de ce palmier. Pour cela on choisit ceux qui sont chargés de fleurs mâles, parce qu'ils en donnent plus abondamment que les régimes qui portent les fruits.

Voici comment on s'y prend pour l'obtenir. Lorsque les fleurs commencent à s'épanouir, on frappe pendant trois à quatre jours, à différentes reprises, le régime dont on veut tirer la liqueur sucrée, cette sorte d'irritation l'y faisant affluer en plus grande quantité; alors on le coupe vers l'origine de ses rameaux, et l'on y suspend un vase pour recevoir celle qui distille aussitôt de la plaie. On en obtient de chaque palmier six à huit litres dans l'espace de vingt-quatre heures. Les jeunes arbres, comme on doit bien le présumer, en fournissent plus que les autres. On a soin de rafraîchir tous les jours l'incision, pour que le suc découle avec plus de facilité, et l'on a la précaution de ne pas détacher entièrement la petite lame qui vient d'être coupée, parce qu'elle sert de tégument à la nouvelle plaie.

Quelques habitans, au lieu de couper entièrement le régime dès qu'il est en fleur, ne font d'abord que de légères incisions proche la base des rameaux; d'autres le percent assez profondément au même endroit, pour obtenir la liqueur sucrée pendant tout le temps que les

fleurs subsistent; mais dès qu'elles sont tombées, ils coupent les rameaux et suivent le procédé dont j'ai parlé ci-dessus. Lorsque le régime est entièrement détruit, ils en attaquent un autre, et obtiennent ainsi, pendant plus de la moitié de l'année, un produit excessif qui affoiblit singulièrement l'arbre soumis à cette opération.

La chaleur du soleil favorisant l'ascension de la sève, il sembleroit que ce palmier devroit donner une plus grande quantité de liqueur pendant le jour que pendant la nuit. Il en arrive cependant tout autrement (comme l'ont observé plusieurs Européens fort éclairés habitans d'Amboine), sans doute parce que l'humidité de la nuit, qui est absorbée par les feuilles, se mêle avec le suc et en facilite l'écoulement; mais la liqueur qu'on obtient pendant le jour contient plus de sucre que celle qui coule pendant la unit.

Ce palmier se plaît singulièrement le long des ruisseaux au pied des collines, où il offre un coup d'œil très-pittoresque. J'ai éprouvé bien des fois, sous le climat brûlant des îles de Java et d'Amboine, les effets salutaires de sa douce liqueur, qui plaît singulièrement aux étrangers; mais elle n'est pas autant du goût des naturels. Ils lui préfèrent la liqueur spiritueuse qu'ils savent préparer avec ce même suc, en y mêlant des végétaux (1), qui, comme le houblon, le spruce, etc.

(1) Parmi le grand nombre de végétaux amers et aromatiques que les naturels emploient pour cet effet, ils donnent la préférence aux racines de l'arbre que Rumphius appelle *sesoot*. (Rumph. *Herb. Amb.* t. II, lib. II, cap. 52, tab. 44.)

dans la bière, l'empêchent d'aigrir et font qu'il peut se conserver très-long-temps. Alors il devient un vin pétillant, que les naturels et les Européens acclimatés dans ces îles boivent avec plaisir.

Lorsqu'on abandonne à elle-même la liqueur de l'areng à sucre, elle donne en peu de temps un assez bon vinaigre.

Une autre propriété dont elle jouit, est de fournir beaucoup de sucre, en faisant évaporer l'humidité surabondante qu'elle contient, après y avoir mêlé communément une petite quantité de jus de canne à sucre (1). On en fait de petits pains représentant pour la plupart un segment de sphère, forme que leur donnent les vases où on les fait cuire. Les Malais appellent cette sorte de sucre *goula itan* (sucre noir). Sa couleur et sa consistance approchent beaucoup de celle du chocolat nouvellement fabriqué. Il est d'un usage très-répandu parmi les naturels des Moluques, parce qu'ils y trouvent une grande économie, quoique pourtant ils cultivent la canne à sucre. L'odeur de mélasse qu'il répand avoit beaucoup d'attrait pour deux espèces de blattes (*blatta orientalis* et *blatta germanica*), dont nos vaisseaux étoient infestés dans le voyage à la recherche de La Peyrouse. Aussi la liqueur visqueuse résultante de son mélange avec un peu d'eau étoit-elle un excellent appât, qui les retenoit au fond du vase où on l'avoit

(1) J'ai désigné cette nouvelle espèce de palmier sous le nom d'Areng à sucre (*Areng saccharifera*).

déposée. Ces insectes, qui pullulent singulièrement sous les tropiques, s'étoient multipliés à un tel point qu'ils troubloient beaucoup notre sommeil. Leur voracité étoit extrême; tout leur étoit bon, jusqu'à notre encre, dont la causticité ne sembloit aucunement les affecter.

La liqueur de l'Areng à sucre entre quelquefois dans la fabrication de l'arrak, dont elle n'est pas un des moindres composans, parce qu'elle contient beaucoup de parties fermentatives.

Les amandes des jeunes fruits sont très-bonnes confites au sucre. Les Chinois habitans des Moluques réussissent parfaitement dans cette sorte de préparation. D'abord ils prennent des fruits à demi-mûrs, et les exposent à une flamme légère, afin d'en consumer en partie le brout, qui, comme je l'ai dit, est très-acrimonieux; alors ils enlèvent les amandes, qu'ils font macérer pendant quelques jours dans de l'eau de chaux; puis ils les confisent communément avec du sucre candi.

Les jeunes feuilles de l'Areng à sucre, comme celles de presque tous les palmiers, offrent, avant leur développement, une nourriture agréable et très-saine.

Lorsqu'il est parvenu à son plus grand degré d'accroissement, ses régimes sortent successivement chaque année à une moindre distance de la terre, parce que la liqueur sucrée ne peut plus s'élever à une si grande hauteur; alors elle diminue tous les ans, et elle découle même en si petite quantité, lorsque les régimes ne sortent plus du tronc qu'à un mètre de la terre, qu'on

cesse d'en tirer parti. Mais ce palmier dans cet état est encore très-utile : on l'exploite alors comme le sagoutier. Il donne une fécule dont on dégage les parties fibreuses interposées dans toute la longueur du tronc : puis on la réduit en petits grains sphériques qu'on nomme *sagou de Bornéo*. C'est une nourriture saine et agréable.

La partie ligneuse qui renferme la fécule est un cylindre creux, d'un bois extrêmement dur, ayant deux à trois centimètres d'épaisseur.

Cette nouvelle espèce de palmier a des usages si importans et si multipliés qu'il seroit très-utile de le transporter et de le propager dans nos colonies, dont la température approche de celle des îles où il croît naturellement.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE Ire.

FIG. *a*. L'Areng à sucre.

PLANCHE II.

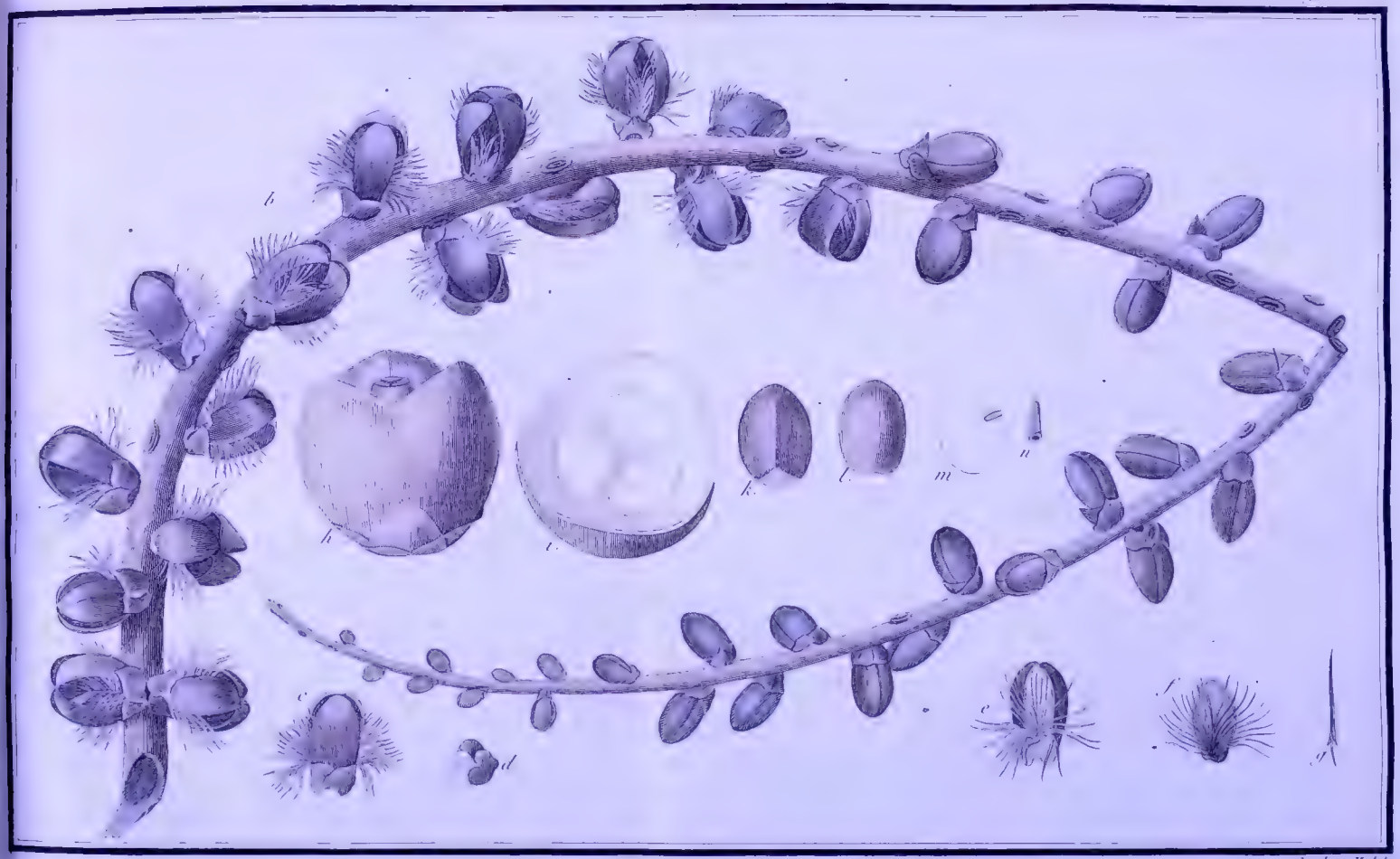
b. Rameau d'un régime portant des fleurs mâles de grandeur naturelle.
c. Fleur mâle.
d. Folioles externes du calice.
e. Fleur mâle dont on a enlevé deux folioles internes.
f. Foliole interne du calice, au bas de laquelle une portion du support des étamines est adhérente.
g. Étamine grossie.
h. Fruit de grandeur naturelle.
i. Portion de fruit coupé transversalement.
k. Amande (*albumen*) avec son enveloppe, vue du côté interne.
l. Amande vue du côté externe.
m. Portion d'amande coupée verticalement.
n. Embryon.

A

Areng à Sucre.

Dessiné par Drun

Gravé par Michel.



Gravé par Michel

MÉMOIRE

Sur les prismes qui se trouvent dans les couches horizontales de plâtre et de marnes des environs de Paris, et sur leur analogie avec les prismes du basalte,

Par le citoyen DESMAREST.

Lu le 16 vendémiaire an 7.

En 1765 je fis part à l'Académie des sciences des premières observations qui constatoient que les basaltes prismatiques étoient un produit du feu des volcans. J'indiquai en même temps la retraite qu'éprouvoient les matières fondues à la suite d'un refroidissement lent, comme la cause principale qui avoit fait prendre aux laves la forme régulière qu'elles m'avoient offerte en plusieurs circonstances. Le développement de cette théorie m'ayant paru devoir intéresser les physiciens étonnés de la beauté et de la singularité des masses prismatiques du basalte, je la publiai dans le sixième volume des planches de l'Encyclopédie, avec deux nouveaux dessins de ces basaltes. Depuis ce temps cette théorie est devenue chaque jour plus importante à mesure que les basaltes prismatiques, dont on n'avoit observé que très-peu de masses, ont été reconnus, d'après les indications de mon mémoire, presque par-tout où l'on a rencontré les produits du

feu et les vestiges des volcans éteints ; ainsi je ne l'ai pas perdu de vue : mais je ne me suis pas borné à l'appuyer de tous les faits que les courans de laves m'ont présentés. J'ai cru devoir suivre un autre ordre de faits ; car l'explication que j'avois proposée étant fondée sur la retraite et le resserrement des parties des différentes masses, à mesure qu'elles prenoient une certaine consistance, elle n'étoit pas tellement particulière aux produits du feu, qu'elle ne pût également avoir son application à toute autre matière qui passeroit de l'état de pâte molle à celui d'une dessiccation plus ou moins parfaite. Ainsi, en dirigeant mes recherches vers tous les phénomènes analogues à ceux des basaltes, je m'attachai à découvrir les formes prismatiques qui pouvoient affecter les masses pierreuses différentes des laves, persuadé que si elles se présentoient avec des caractères parfaitement semblables, elles donneroient à mon explication une nouvelle force et en généraliseroient le principe.

Je fus assez heureux pour rencontrer en 1776 ces formes dans une couche de plâtre de la haute masse de Montmartre. L'année suivante, M. Péronnet, premier ingénieur des ponts et chaussées, voulut bien m'en procurer un dessin. Cet objet intéressant devoit naturellement piquer ma curiosité. Une étude suivie du travail des ouvriers et de l'exploitation des différens bancs de plâtre, ainsi que des lits de marnes et d'argiles qui les accompagnent, ne fut pas infructueuse ; elle m'a fait découvrir dans ces couches horizontales, formées de matériaux déposés par la mer, et d'une nature différente

des laves, les formes prismatiques, et, dans ces formes, les caractères de la plus parfaite analogie avec les prismes du basalte : en sorte que je puis donner actuellement à la théorie que j'ai proposée autrefois toute l'étendue que j'avois soupçonnée alors, et au principe qui y figure la plus grande généralité. J'exposerai donc dans ce mémoire les principales circonstances de ces nouveaux phénomènes, et j'y suivrai la comparaison des formes prismatiques du plâtre et des marnes avec celles des basaltes ou laves compactes.

Dans la masse de plâtre la plus élevée qu'on exploite à Montmartre, et qu'on nomme la *haute masse*, on distingue quinze couches ou bancs qui offrent dans toute leur étendue des rangées de prismes plus ou moins réguliers.

En plusieurs circonstances ces formes prismatiques se montrent très-distinctement à la première inspection des bancs qui les renferment : mais on ne peut sur-tout les méconnoître, si l'on suit le détail de l'exploitation de ces couches par les ouvriers qui détachent les prismes en saisissant les fentes de leurs faces.

La totalité des couches prismatisées forme un massif d'environ trente pieds d'épaisseur, en y comprenant cependant trois lits peu épais interposés parmi ces bancs, et dans lesquels on ne remarque ni fentes ni gersures, ni aucun résultat quelconque de la dessiccation.

On peut prendre une idée de cette organisation intéressante dans la coupe de toute cette masse, que j'ai cru devoir présenter ici un peu en grand, après l'avoir fait figurer lit par lit avec une exactitude scrupuleuse.

On y voit les prismes distribués en rangs assez suivis sur toute l'étendue des bancs horizontaux, et constamment assujétis à la situation verticale. On voit en même temps que l'axe des prismes traverse l'épaisseur des couches, et que leurs faces ne sont proprement que le résultat des fentes verticales qui divisent ces couches en se portant d'un bord à l'autre, et qui sont assemblées autour d'un centre qui est l'axe de ces prismes.

Le banc des *hauts piliers*, qui se trouve à peu près au milieu de la haute masse, renferme des prismes d'une régularité frappante : il a sur-tout attiré mon attention. Comme la plupart de ces prismes peuvent se détacher aisément les uns des autres au moindre effort des ouvriers qui exploitent le banc, j'ai eu la facilité de reconnoître toutes les circonstances intéressantes qui pouvoient rapprocher ces prismes de ceux du basalte. Ainsi j'ai pu m'assurer, par exemple, que les prismes du plâtre avoient, comme ces derniers, ordinairement cinq, six et sept côtés, et très-rarement quatre ou trois; que les deux bases du même prisme, qui font partie des deux faces supérieures et inférieures du banc, sont des polygones ordinairement égaux et parallèles; que chaque face d'un prisme présente ordinairement un seul plan séparé des autres, et terminé par des arêtes assez nettes et assez vives. Il est vrai que quelques-unes de ces faces, en s'arrondissant, tendent à donner aux prismes une forme cylindrique; mais ces cas sont rares. Il y en a aussi qui, au lieu d'une arête, ont un angle rentrant. Enfin, j'ai remarqué que les deux faces contiguës de

deux prismes voisins étoient toujours égales entre elles, que leurs arêtes venoient aboutir au même point, et que ceci avoit lieu, soit que les faces fussent planes, soit qu'elles fussent courbées, soit même qu'il y eût des angles rentrans : tous phénomènes que j'ai observés plusieurs fois dans les masses prismatiques du basalte.

J'ai remarqué à peu près les mêmes phénomènes dans les prismes du *gros banc* placé immédiatement au-dessus des hauts piliers, et dans la couche qui leur sert de base, et qu'on nomme *les hautes zurines*. Quoique tous ces prismes ne soient ni aussi distincts, ni aussi réguliers que ceux des hauts piliers; cependant, en général, les effets de la dessiccation s'y montrent toujours avec les mêmes caractères que je viens d'indiquer. Il en est de même des formes prismatiques que présentent les autres bancs. Je puis citer ici ceux qu'on nomme les piliers noirs, les basses zurines, les pots à beure, les fusils, les pilotins : on y retrouve le même système de prismatisation, au milieu de la plus grande variété de formes.

A mesure qu'on examine plus attentivement cet assemblage de couches prismatisées, et que l'on compare entre eux les prismes qu'elles renferment, on trouve que chacune d'elles offre des formes particulières qu'on parvient à distinguer même au milieu des débris de ces couches, par les faces plus ou moins unies de ces prismes, par les arêtes plus ou moins vives, et sur-tout par leur volume. En conséquence de toutes ces variétés très-sensibles, quoique dans des formes semblables, les prismes ne se raccordent point d'un banc à un autre banc

immédiatement supérieur ou inférieur. Ainsi ceux des hauts piliers n'ont point de faces ni d'arètes communes avec ceux du gros banc qui est placé dessus les hauts piliers, ni avec les prismes de la couche des hautes zurines. La ligne qui sépare ces couches sert de limite à tel ou tel système de prismatisation, à tel module de prismes. Le travail de la cause quelconque qui a divisé ces couches en prismes, quoique distribué en même temps dans leur totalité, a eu une marche particulière dans chacune d'elles, sans pouvoir s'étendre dans les couches voisines. Frappé de ces effets, je crus devoir recueillir avec le plus grand soin toutes les circonstances que l'observation pouvoit m'offrir, et qui pouvoient me conduire au dénouement que je cherchois. Je reconnus que les couches prismatisées sont composées d'un plâtre brut, il est vrai, mais dont le grain est en général plus fin, plus serré, plus compact que celui des trois lits interposés dont j'ai parlé ci-dessus, et des autres bancs de la même masse qui n'ont éprouvé ni gersures ni fentes, et qui ne montrent aucune forme. Le plâtre des prismes est aussi plus dure et plus difficile à cuire que l'autre; et c'est pour cette raison qu'on met en réserve certaines portions de prismes pour servir de moellon, et même de pavés et de carreaux dans certaines constructions des environs de Paris. La finesse du grain paroît même avoir tellement influé sur les formes prismatiques, que les bancs qui donnent les plus petits prismes, et par conséquent le plus de fentes verticales, sont aussi ceux qui ont le grain le plus fin et les faces les plus lisses.

Ce qui achève de convaincre de la même vérité, c'est l'état contraire des trois lits placés entre les couches prismatisées, et qui n'ont éprouvé aucun fente : le grain en est très-gros, et les petits cristaux qu'on y remarque, la plupart complets, se détachent facilement, et s'égrainent sous les doigts. D'ailleurs un mélange de terres marneuses, quoiqu'en petite proportion, paroît s'être opposé à une adhérence plus intime des parties du plâtre, et sur-tout à leur rapprochement plus immédiat : aussi est-on attentif à percer les trous des mines dans ces lits, de préférence aux autres. Il en est à peu près de même des bancs de la haute masse qui ne sont pas prismatisés ; en général, ils sont composés d'un plâtre tendre, et qui cuit aisément.

Les prismes du banc des *piliers noirs* sont ceux dont les polygones de la base ont le plus petit diamètre : aussi ce banc renferme-t-il, comme je l'ai dit, le plâtre le plus dur et le plus difficile à cuire. Ce sont les tronçons prismatiques de la base des piliers noirs qui fournissent les carreaux dont je viens de faire mention. La couche des fusils, composée d'un plâtre dont le grain serré et compact fait feu avec les outils des ouvriers, offre des formes prismatiques qu'on peut mettre au même rang par rapport à leurs dimensions. Après celles-là, viennent les *pots à beurre*, prismes d'un volume et d'une dureté à peu près semblables, puis les *basses zurines*, et le *pilotin* qui, dans un degré de dureté moindre, renferment des prismes d'un module sensiblement plus considérable.

Le banc des *hauts piliers* peut être considéré comme tenant le milieu entre les bancs précédens et ceux qui suivent, soit pour la dureté du plâtre, soit pour le volume des prismes. Je place au-dessus les hautes zurines, les rousses, et le gros banc, dont la dureté diminue en même raison que la grosseur des prismes augmente, et cela suivant l'ordre dans lequel je viens de les indiquer; enfin le banc de trois pieds, dont les prismes ont les plus larges faces, et qui renferme aussi le plâtre le plus tendre, ferme cette suite.

Ainsi la diminution du volume des prismes paroît en proportion avec le degré de dureté et d'infiltration qu'on remarque dans les couches de plâtre prismatisées; et, ce qui en est une suite, l'augmentation de ces volumes est dépendante des degrés de friabilité du plâtre : de manière que les formes prismatiques et les fentes verticales disparoissent enfin totalement dans les couches tendres et friables à un certain degré, sans autre circonstance.

J'observerai ici que les plus beaux prismes, les plus réguliers, sont ceux des *hauts piliers*, qui nous montrent en même temps les effets de la dessiccation dans un degré moyen, quant aux dimensions des prismes; que les prismes qui en approchent le plus, savoir ceux des hautes zurines et du gros banc au-dessus, et au-dessous ceux des *basses zurines*, présentent aussi les formes les plus régulières, après celles des *hauts piliers :* mais lorsque la retraite a été considérable, qu'elle a produit un grand nombre de fentes dans un petit espace, et par

conséquent de petits prismes, son jeu paroît avoir été aussi irrégulier que lorsqu'elle a été la moindre possible, et que des fentes plus rares ont produit de plus gros prismes : les deux extrêmes annoncent les plus grandes irrégularités.

De toutes ces nuances d'effets, observées dans les couches de plâtre, relativement au volume et à la régularité des prismes, je ne prétends pas déduire une règle générale applicable à toutes les masses susceptibles de prismatisation. Cependant je crois avoir observé assez constamment que les différens modules des prismes dans les laves varioient comme le grain de ces laves ; que le grain fin offroit des prismes d'un plus petit module; que les prismes de plus fortes dimensions étoient formés au contraire d'une lave à gros grain, et même quelquefois un peu friable. Quant à la régularité des prismes, elle tient à tant de circonstances, qu'on ne peut guère assurer rien de positif à ce sujet, sur-tout par rapport aux basaltes-laves.

Il y a cependant une considération que je ne dois pas omettre ici ; elle concerne la proportion des masses à prismes réguliers avec celles à prismes irréguliers. Il est incontestable que, soit dans les laves, soit dans les couches horizontales de plâtre, la régularité parfaite est le résultat de circonstances qui se réunissent rarement; on pourroit conclure le contraire des différentes masses prismatisées que certains observateurs ont mises sous les yeux des curieux. On les voit fort attentifs à choisir, pour les dessins qui accompagnent leurs descriptions,

les basaltes de la forme la plus belle et la plus régulière, sans avertir et sans penser que ces masses ne forment pas la millième partie de la totalité des masses irrégulières.

Les couches de plâtre de la haute masse que je viens de décrire, et dont on voit ici la coupe, ne sont pas les seules qui renferment des prismes. Des effets à peu près semblables se remarquent dans quelques-uns des bancs de plâtre de la moyenne et de la basse masse, et même certains lits de marnes argileuses ou de marnes mêlées de plâtre, offrent des suites de prismes aussi réguliers et disposés toujours de la même manière. Cette dernière observation m'a paru fort importante, en ce qu'elle nous montre, à côté du plâtre, une matière totalement brute, et également susceptible de prendre une forme prismatique régulière. Je dois cependant faire remarquer que les fentes et les gersures sont assez souvent distribuées irrégulièrement dans un certain nombre de bancs de marnes argileuses; que quelques-unes, au contraire, n'ont éprouvé ni fentes ni gersures : mais les circonstances où elles se trouvent les unes et les autres indiquent assez, comme je le ferai voir ailleurs, que l'effet de la dessiccation a été dérangé ou totalement détruit; ce qui paroît confirmer le principe général que je propose, ainsi que sa marche dans les circonstances favorables.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces phénomènes, avec toutes les nuances d'effets que je viens de décrire, ne s'observent pas seulement dans les carrières

de Montmartre, mais qu'on les retrouve encore avec les mêmes variétés, et des formes parfaitement semblables, dans toute l'étendue qu'occupent aux environs de Paris les couches de plâtre correspondantes à celles de Montmartre. J'ai remarqué les prismes verticaux, depuis l'abbaye de Chelles jusqu'à Franconville et Montmorency, sur une longueur de plus de six lieues, partout où il y a des carrières à plâtre en exploitation, c'est-à-dire à Rosny, à Montreuil, à Bagnolet, à Mesnil-Montant, à Belleville, et aux environs d'Argenteuil et de Montmorency, depuis Epinay jusqu'à Sannois et Franconville. Par conséquent ces phénomènes ne sont pas des effets locaux accidentels : leur uniformité, leur régularité, leur suite, semblent donc autoriser la conséquence que j'en tire et la comparaison que je me propose d'en faire avec les basaltes prismatiques des courans de laves.

Pour remplir ce second objet de mon mémoire, je crois devoir me borner à quelques phénomènes principaux, dont l'analogie bien établie entraînera nécessairement celle de tous les autres.

Je considère d'abord que les couches horizontales de plâtre brut, de marnes argileuses, de marnes mêlées de plâtre, qui m'ont offert des prismes dans une étendue de cinq à six lieues, sont composées de matériaux visiblement déposés par la mer, et qu'en conséquence de cette première organisation, ils ont dû former des lits continus sans aucune interruption, tant qu'ils ont conservé un certain état de molesse. Il en a été à peu près de même

des matières fondues qui composoient les courans de laves, et qui ont cheminé en masse et d'un seul jet pour ainsi dire. Cette connoissance de l'état primitif de deux massifs d'une nature aussi différente, et dans lesquels s'est opéré cependant un effet semblable, paroît exiger, pour en rendre raison, qu'on fasse intervenir une cause également applicable à l'un et à l'autre : or cette cause me semble ne pouvoir être autre que celle qui a produit la retraite et le resserrement des parties constituantes de chaque masse. Dans l'une, la dessiccation de la pâte molle ; dans l'autre, le refroidissement de la matière en fusion. Je vois naître de ces effets correspondans des fentes et des gersures plus ou moins régulières, mais toujours assujéties aux surfaces évaporantes ou refroidissantes, et enfin des prismes dont les bases font partie de ces surfaces. C'est en conséquence de ce mécanisme simple, que, dans tous les bancs horizontaux de plâtre et de marnes, comme dans les courans de laves dilatées par lits, les prismes sont disposés de la même manière et dans une situation constamment verticale : car la cause qui a produit les fentes et les gersures, a dû suivre la même marche dans un lit de matière fondue, comme dans une couche de matières déposées par l'eau. Si, dans l'un et l'autre cas, les surfaces évaporantes ou refroidissantes sont disposées de la même manière, et reçoivent même les effets de la cause qui évapore ou qui refroidit, les fentes commencent par ces surfaces, et se continuent dans toute l'épaisseur des couches. De de cette marche et de ce progrès insensible, il doit

résulter dans la lave, comme dans la matière brute imprégnée d'eau, un prisme vertical; 2°. s'il y a plusieurs couches l'une sur l'autre, les prismes ne doivent pas se raccorder ni se continuer d'une couche à l'autre; car l'effet de la retraite se faisant sentir dans toutes les couches en même temps, et commençant par les surfaces de ces couches, les fentes ne doivent pas s'ouvrir précisément dans les points correspondans de deux couches contiguës, quand même elles éprouveroient un égal degré de retraite : à plus forte raison, si la retraite est ou plus considérable ou plus prompte dans une couche que dans une autre. C'est ainsi que les faces et les arêtes des prismes d'une couche de plâtre ne se raccordent point avec les faces et les arêtes des prismes de la couche inférieure ou supérieure. J'ai trouvé aussi que, dans les produits de plusieurs éruptions, les formes prismatiques différoient totalement d'un lit de lave à un autre.

Il résulte de tout ce que nous avons exposé dans ce mémoire que la dessiccation des couches horizontales déposées par la mer et le refroidissement des lits de laves ont produit les mêmes effets, dès que la retraite s'est opérée de même sur des masses qui avoient à peu près les mêmes dimensions; qu'ainsi toutes les fois qu'une matière molle prendra une consistance solide par une force qui en resserre les parties d'une manière uniforme, et toujours dans le même sens, il en résultera des formes régulières et des lits de prismes qui traverseront l'épaisseur des couches.

MÉMOIRE

SUR LA DISTANCE SOLSTICIALE DU SOLEIL AU ZÉNITH DANS LE TROPIQUE DU CANCER, EN 1796 ET 1797,

Et sur la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique,

Par le citoyen DUC-LACHAPELLE.

Lu le 16 thermidor an 5.

DEUX solstices d'été ont déja eu lieu depuis que j'ai obtenu du bureau des longitudes, par les soins de mon célèbre maître Lalande, le sextant de six pieds de Lacaille. J'ai employé ce précieux instrument à l'observation des phénomènes célestes que le temps a amenés, et que l'inclémence des saisons ne nous a pas ravis. L'époque de ces solstices a sur-tout excité mon attention; et quoique le ciel n'ait pas été bien favorable, j'ai eu cependant l'avantage de faire les observations que je vais réunir dans les deux tableaux suivans.

Distance solsticiale du zénith au bord supérieur du Soleil dans le tropique du Cancer, en l'an 4.

DATES.	DISTANCE du zénith au bord supérieur du ⊙.	DISTANCE du Soleil au tropique.	DISTANCE solsticiale du bord supérieur du ⊙ au zénith.
9 juin 1796 .	20° 43′ 3″5	26′ 14″3	20° 16′ 49″2
19	20° 17′ 0″2	0′ 20″6	20° 16′ 39″6
24	20° 19′ 31″6	2′ 51″2	20° 16′ 40″4
25	20° 21′ 18″1	4′ 35″6	20° 16′ 42″5
		Milieu	20° 16′ 42″9
		Nutation	— 1″8
Distance moyenne (affectée de la réfraction et de la parallaxe) du zénith au bord supérieur du Soleil dans le tropique du Cancer, en 1796			20° 16′ 41″1

J'ai supposé l'erreur de l'axe optique de la lunette verticale, par rapport au premier point de la division, de — 4″5. Je dois avertir que le temps ne m'ayant pas permis d'observer un nombre suffisant d'étoiles près du zénith, cette quantité n'a pas toute l'exactitude desirable, et qu'elle pourroit bien être moindre, plutôt que plus forte, de quelques secondes.

Distance solsticiale du zénith au bord supérieur du Soleil dans le tropique du Cancer, en l'an 5.

DATES.	DISTANCE du zénith au bord supérieur du ⊙.	DISTANCE du Soleil au tropique.	DISTANCE solsticiale du zénith au bord supérieur du ⊙.
4 juin 1797 .	21° 12′ 36″2	56′ 2″2	20° 16′ 34″0
10	20° 39′ 21″9	22′ 40″2	20° 16′ 41″7
11	20° 35′ 19″5	18′ 43″5	20° 16′ 36″0
17	20° 19′ 2″9	2′ 34″5	20° 16′ 28″7
18	20° 17′ 47″8	1′ 19″3	20° 16′ 28″5
19	20° 17′ 9″8	0′ 29″0	20° 16′ 40″8
23	20° 17′ 51″5	1′ 16″0	20° 16′ 35″5
24	20° 18′ 57″0	2′ 19″7	20° 16′ 37″3
1 juillet . . .	20° 39′ 8″1	22′ 35″3	20° 16′ 32″8
2	20° 43′ 47″1	27′ 5″2	20° 16′ 41″9
3	20° 48′ 39″6	31′ 59″0	20° 16′ 40″6
		Milieu	20° 16′ 36″2
		Nutation	+ 1″2
Distance moyenne (affectée de la réfraction et de la parallaxe) du zénith au bord supérieur du Soleil dans le tropique du Cancer, en 1797			20° 16′ 37″4

J'ai déterminé l'erreur de la lunette + 1″6 par λ et β Bouvier, et par α de la Chèvre, qui, quoiqu'assez près du zénith, s'observoit facilement au sextant.

On remarquera dans les deux tableaux pour les années 4 et 5, des différences assez considérables dans les

distances solsticiales conclues des divers jours d'observation. Je ne puis attribuer cet accident qu'au changement qu'éprouvoit quelquefois le sextant lorsqu'il étoit frappé par les rayons du Soleil. Je prenois bien la précaution de le couvrir, et de remettre, au moment de la culmination, le fil sur le point; mais, malgré cela, quand on n'a point d'aide et que l'on observe en même temps le passage du méridien, il est presque impossible de se garantir de toute erreur.

J'ai appliqué à la suite de chaque tableau, à la quantité qui tient le milieu, l'effet de la nutation, et j'ai eu la distance solsticiale moyenne, affectée seulement de la réfraction et de la parallaxe. Ces deux distances devroient être alors les mêmes, à la petite variation près de la diminution de l'obliquité de l'écliptique, qui, n'étant pas de demi-seconde par année, ne peut pas être sensible pendant ce court espace de temps. Je puis donc prendre le milieu entre ces deux résultats, et j'ai pour la distance moyenne du zénith de mon observatoire, au bord supérieur du Soleil dans le tropique du Cancer, pour les années 1796 et 1797, 20° 16′ 39″3, quantité affectée ainsi qu'il est dit ci-dessus.

L'abbé de Lacaille observa, avec le secteur de 6 pieds qui est décrit dans le livre de la *Méridienne vérifiée* en 1749 et 1750, la distance solsticiale du zénith de son observatoire, placé dans l'enceinte du collége Mazarin, au même bord du Soleil. Ses observations sont rapportées en détail dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* pour 1752 (page 500). Elles paroissent douées

de toute l'exactitude que l'on a droit d'espérer d'un aussi célèbre observateur, puisqu'après les avoir dépouillées de la valeur de la nutation, c'est-à-dire après avoir ajouté 3″2 à celles de 1749, et 0″1 à celles de 1750, elles s'accordent à une seconde. Je prends le milieu entre les deux résultats, et j'ai pour la distance moyenne du zénith du collége des Quatre-Nations au bord supérieur du Soleil, en 1749 ou 1750, 25° 6′ 52″2, y compris l'effet de la parallaxe et de la réfraction.

Si mes observations avoient été faites dans le même observatoire, la comparaison directe de la quantité que j'ai déterminée et de celle-ci, en me donnant l'augmentation de la distance du zénith au point solsticial, me feroit aussi connoître la diminution de l'obliquité de l'écliptique dans cet espace de temps. Mais la différence en latitude de Montauban et de Paris, nécessite la réduction de l'observation du collége Mazarin au parallèle de mon observatoire, pour pouvoir les comparer.

Mes observations donnent actuellement pour la latitude de mon observation 44° 0′ 56″; celle du collége des Quatre-Nations est 48° 51′ 29″ : d'où il suit que les deux observations diffèrent en latitude de 4° 50′ 33″. Cette différence en occasionne une dans la réfraction et dans la parallaxe. A Montauban, la réfraction élève le bord du Soleil de 20″, et la parallaxe l'abaisse de 3″ dans le point du solstice. La somme de ces deux quantités est 17″, dont le bord du Soleil paroît plus élevé qu'il ne le seroit si ces deux sources d'illusion n'existoient pas.

A Paris, la réfraction donne + 26″2, et la parallaxe — 3″5. Donc on a + 22″7 pour l'effet qui en résulte sur la position du Soleil.

Cette quantité diffère en plus de celle qui convient à ma latitude de 5″7; il faut donc que je l'ajoute à la distance déterminée par l'abbé de Lacaille. Je dois en retrancher la différence en latitude, et j'ai :

Distance solsticiale au bord du Soleil, en 1750, à Paris,		25° 6′ 52″2
Différence entre l'effet de la réfraction et de la parallaxe à Montauban et à Paris	+	5″7
Différence des latitudes des observatoires de Montauban et du collége Mazarin	—	4° 50′ 33″0
Donc distance solsticiale en 1750, réduite à celle qui auroit été observée à Montauban		20° 16′ 24″9

La différence entre cette quantité et celle que j'ai conclue de mes observations en 1796 et 1797 est donc 14″4, dont la distance au zénith a augmenté, ou bien dont l'obliquité de l'écliptique est diminuée durant le temps écoulé entre ces deux époques, c'est-à-dire pendant quarante-six ans; d'où il est aisé de conclure que ces observations donnent pour la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique 31″3. On voit par-là combien l'effet de l'attraction de Vénus et de Jupiter, pour rapprocher l'écliptique de l'équateur, est sensible, même dans un court espace de temps. Mais ces observations si peu distantes ne sont pas bien favorables pour déterminer absolument une quantité aussi petite et susceptible de tant de délicatesse. On s'en convaincra facilement en faisant attention qu'une seule seconde d'erreur

dans l'augmentation de la distance du zénith conclue des deux observations, en produit une de plus de deux secondes dans la variation pour un siècle; et il est si difficile de s'assurer dans les observations d'une quantité qui n'est pas susceptible d'être appréciée par nos sens ! Je crois la latitude du collége Mazarin parfaitement bien déterminée, et à la seconde ; mais je n'ai pas la même opinion de celle de mon observatoire, et la quantité dont elle peut être en erreur influe, dans le même rapport mentionné ci-dessus, sur la valeur de la diminution pour un siècle de la distance de l'équateur à l'écliptique (1).

Le résultat que j'ai obtenu approche cependant beaucoup des quantités adoptées par les citoyens Lemonnier, Lalande et Méchain, et par M. Ximenès, qui a conclu la diminution de 34″4 par siècle, d'après vingt-six ans d'observations faites au célèbre gnomon de la cathédrale de Florence.

---

(1) On voit, par le tableau suivant, qu'en l'an 9, le citoyen Duc-Lachapelle étoit plus sûr de sa latitude, et qu'il la diminue de 4″; ainsi la diminution séculaire de l'obliquité, d'après ces observations mêmes, approche beaucoup de 40″.

On peut observer encore sur le tableau suivant, qu'en y employant les réfractions et le diamètre du soleil déterminés par Lacaille avec le même sextant, la somme de réductions augmenteroit de 3″, et l'obliquité apparente seroit de 23° 28′ 6″, telle qu'elle a été trouvée à Paris par plus de douze cents observations faites à trois cercles différens, par les citoyens Méchain, Delambre, Lalande neveu et Burckhardt.

OBSERVATION

DU

SOLSTICE D'ÉTÉ DE L'AN 9 (1801),

Faite à Montauban, département du Lot, avec le sextant de l'abbé de Lacaille,

Par le citoyen DUC-LACHAPELLE.

Lu le 21 thermidor an 9.

DATES.	BAROM.	THERMOMÈTRE		HYGROMÈTRE.	DISTANCE apparente du zénith au bord supérieur, à midi.
		Intérieur.	Extérieur.		
♄ 13 juin.	0^m7504	+ 19^g4	. . . .	. . . .	20° 32′ 35″3
☉ 14 . .	0^m7562	+ 17^g4	. . . .	. . . .	20° 28′ 5″5
☽ 15 . .	0^m7623	+ 16^g5	. . . .	. . . .	20° 25′ 10″6
♂ 16 . .	0^m7609	+ 17^g0	+ 19^g0	57	20° 22′ 34″6
☿ 17 . .	0^m7563	+ 17^g6	+ 21^g5	53	20° 20′ 48″5
♀ 19 . .	0^m7540	+ 20^g2	+ 25^g7	48	20° 17′ 56″0
☉ 21 . .	0^m7537	+ 21^g2	+ 25^g6	59	20° 16′ 39″4
☽ 22 . .	0^m7523	+ 22^g1	+ 27^g5	63	20° 16′ 32″4
♂ 23 . .	0^m7531	+ 24^g2	+ 29^g0	64	20° 17′ 6″4
☿ 24 . .	0^m7520	+ 23^g0	+ 26^g9	64	20° 17′ 53″8
♆ 25 . .	0^m7532	+ 22^g4	+ 21^g7	77	20° 19′ 7″2
♄ 27 . .	0^m7581	+ 20^g7	+ 20^g4	58	20° 20′ 47″4
☉ 28 . .	. . . . .	+ 21^g3	+ 24^g4	55	20° 22′ 50″0

DATES.	RÉDUCTION AU SOLSTICE.	DISTANCE SOLSTICIALE.
☿ 17 juin.	— 4′ 10″0	. . . . . 20° 16′ 38″5
♀ 19 . .	— 1′ 16″0	. . . . . 20° 16′ 40″0
☉ 21 . .	— 0′ 3″0	. . . . . 20° 16′ 36″4
☽ 22 . .	— 0′ 3″3	. . . . . 20° 16′ 29″1
♂ 23 . .	— 0′ 28″0	. . . . . 20° 16′ 38″4
☿ 24 . .	— 1′ 17″3	. . . . . 20° 16′ 36″5
♅ 25 . .	— 2′ 34″3	. . . . . 20° 16′ 32″9
♄ 27 . .	— 4′ 12″3	. . . . . 20° 16′ 35″1
☉ 28 . .	— 6′ 16″3	. . . . . 20° 16′ 33″7
		Milieu . . . . . 20° 16′ 35″3
		Erreur de la lunette . . . . + 2″6
		Réfraction et parallaxe . . . 17″0
		Demi-diamètre . . . . . 15′ 48″1
		Centre . . . . . 20° 32′ 43″0
		Latitude . . . . . 44° 0′ 52″0
		Obliquité appar. de l'éclipt. . 23° 28′ 9″0

MÉMOIRE

Sur les différences que présente le lait d'une même traite divisée en plusieurs parties,

Par le citoyen PARMENTIER.

Lu le 6 fructidor an 6.

A MESURE que l'on fait un pas dans le champ de l'économie rurale, on remarque que les observations manquent sur les points les plus essentiels de cette science: il faudroit peut-être, pour les multiplier, que celui qui s'adonne à ce genre de recherches, habitât la campagne, et se plaçât auprès du sujet qu'il se propose d'examiner; car, sans cette précaution, il ne sauroit tout voir, tout comparer, tout transmettre; en un mot, il lui échappe tant de phénomènes, qu'il ne suit qu'imparfaitement les opérations de la nature.

Dans le très-grand nombre d'exemples où ce que je viens de dire trouveroit son application, je me bornerai à citer le lait. Ce fluide, qui, comme on sait, est, après le pain, un des principaux objets de l'approvisionnement d'une métairie, n'a pas encore été examiné avec l'attention qu'il mérite. Un point qu'on paroît avoir particulièrement négligé, est de s'assurer des différens états sous lesquels il se présente à mesure qu'il sort des mamelles;

et c'est vraisemblablement à cette espèce d'indifférence que l'on doit attribuer le peu de progrès qu'a faits jusqu'à présent, dans certains cantons, l'art de préparer le beurre et le fromage.

Occupés depuis quelques années, mon collègue Déyeux et moi, d'un travail fort étendu sur le lait, travail dont une nouvelle édition est sous presse, nous n'avons rien oublié pour examiner ce fluide sous ses différens rapports avec la chimie, la médecine et l'économie rurale. Nous avons recueilli, autant qu'il nous étoit possible, non seulement les observations que nous avons pu faire par nous-mêmes, mais encore celles que nous ont communiquées des personnes qui, chargées spécialement de la conduite d'une grande vacherie, et accoutumées par conséquent à voir le lait dans toutes les circonstances, étoient plus à portée que nous, de saisir beaucoup de faits qui nécessairement auroient échappé à nos recherches.

Parmi ces faits, il en est un sur-tout qui m'a paru si extraordinaire, que j'ai cru devoir en constater l'existence. Les expériences entreprises dans cette vue m'ayant fourni beaucoup de résultats intéressans, j'ai cru utile de les réunir dans le mémoire que je présente aujourd'hui à la classe.

On sait que, dans le nombre des femelles des animaux mammifères, la vache est celle qui, toutes choses égales d'ailleurs, fournit une plus grande quantité de lait. L'âge, la santé, la constitution et la nourriture de l'animal, le lieu qu'il habite, sont autant de circonstances qui ont une influence plus ou moins marquée sur la nature de

ce fluide; mais il existe encore d'autres causes capables d'apporter au lait des modifications qui, sans toucher à ses caractères spécifiques, peuvent augmenter la qualité et les proportions de ses parties constituantes : si on divise, par exemple, le lait d'une même traite en plusieurs parties, on remarque qu'elles varient essentiellement entre elles par le goût et par la consistance.

Ce phénomène, inconnu aux physiciens, ne l'étoit cependant pas aux nourrices. Plusieurs avoient déja observé que le lait, qui sort d'abord de leurs mamelles, est constamment séreux : en sorte que celles qui vendent leurs soins et leur lait aux femmes qui n'ont pas le courage ou la faculté de remplir ce devoir sacré dont la nature fait une loi aux mères, et dont il n'appartient qu'à elles seules de se bien acquitter, n'offrent jamais au médecin chargé de les examiner, le premier lait dont leurs mamelles sont remplies; elles commencent toujours par se faire teter; et ce n'est que quand le sein est un peu dégorgé, qu'elles font couler leur lait dans un vase pour le soumettre ensuite au jugement de l'inspecteur.

D'un autre côté, les trayeuses attentives avoient aussi remarqué que le lait qui coule sous leurs doigts lorsqu'elles compriment le pis des femelles, augmentoit de consistance à mesure que la traite approchoit de sa fin; mais cette observation resta, pour ainsi dire, dans l'oubli jusqu'au moment où madame Anderson essaya de la rendre profitable aux arts et au commerce, en indiquant tous les avantages qu'on pourroit en tirer dans beaucoup de circonstances. Ce sont les belles expériences sur le

gouvernement des laiteries, publiées après la mort de cette fermière intéressante, qui m'ont fait naître l'idée de ce travail, dont je vais rendre compte.

En divisant une traite en trois portions égales, et mettant chaque portion dans un vase à part, madame Anderson a souvent observé qu'elle offroit, dans la qualité et dans les proportions des principes, une différence telle, que le lait le premier tiré ne ressembloit point au dernier.

Déterminé à suivre ce fait dans tous ses détails, je me suis procuré une vache qui avoit vêlé depuis trois mois, et qui donnoit communément neuf kilogrammes de lait environ, dans le cercle de vingt-quatre heures, c'est-à-dire quatre kilogrammes et demi le matin, et autant le soir. C'est sur cette quantité que j'ai fait les expériences suivantes.

Première expérience. La traite du matin a été reçue successivement dans trois bouteilles à large ouverture, d'une capacité égale, étiquetées et numérotées. Ce lait, après avoir pris la température du milieu dans lequel j'opérois, a manifesté à l'œil, au toucher et au palais, des différences remarquables; celui du n° 1 avoit moins de saveur que le n° 2, et le n° 3 étoit plus gros et d'un blanc plus mat que les deux autres.

Deuxième expérience. Après ce premier témoignage des organes, j'ai plongé l'aréomètre dans le lait des trois vases; le n° 1 a marqué moins de densité que le n° 2,

et le n° 3 est celui dans lequel l'immersion de l'instrument a été moins considérable.

Troisième expérience. Le lait contenu dans ces trois bouteilles, ayant été distribué par portions égales dans trois écuelles de porcelaine de même forme, et placées dans une température de douze degrés du thermomètre de Réaumur, chaque vase, au bout de vingt-quatre heures, s'est couvert, à sa surface, d'une couche crémeuse; celle du n° 1 étoit extrêmement mince, celle du n° 2 l'étoit moins, enfin la couche du n° 3 avoit le plus d'épaisseur et de consistance.

Quatrième expérience. Ayant séparé, le plus exactement possible, de la surface du lait, la crème dont elle étoit recouverte, je l'ai portée successivement à la balance; celle du n° 1 pesoit quatre décagrammes, la seconde douze décagrammes, et la troisième seize décagrammes.

Cinquième expérience. Les trois crèmes ont présenté, dans leur dégustation, des différences également remarquables; celle du n° 3, provenant de la dernière portion de la traite, étoit infiniment plus agréable, plus onctueuse et plus sapide que les deux premières.

Sixième expérience. Les différentes crèmes ayant été soumises successivement, et dans le même moment, à la percussion, j'ai obtenu de la crème du n° 1, qui

pesoit quatre décagrammes, le quart de son poids de beurre; celle du n° 2, pesant douze décagrammes, en a fourni la moitié; enfin la crème de la dernière portion de la traite, qui pesoit seize décagrammes, a donné les trois quarts de son poids de beurre.

Septième expérience. Les proportions de crème et de beurre que fournissent les différentes fractions d'une même traite, étant déterminées, j'ai versé le lait ainsi écrémé dans trois vaisseaux évaporatoires, placés sur le même bain de sable. Le n° 1 a laissé un résidu moins abondant que le n° 2, et celui-ci moins que le n° 3.

Huitième expérience. Pour connoître d'une manière plus positive la proportion des autres parties constituantes d'une même traite, divisée comme on l'a dit plus haut, j'ai distribué du lait parfaitement écrémé dans trois vases égaux, exposés à une température de vingt-quatre degrés, et j'ai remarqué que le lait n° 3 se coaguloit le premier, ensuite celui du n° 2, et enfin le n° 1. J'ai observé aussi que, dans ce dernier, le coagulum flottoit dans une grande quantité de sérum, et que, dans les autres, la matière caseuse se trouvoit plus consistante, plus sapide et plus rapprochée.

Neuvième expérience. La traite du soir, divisée dans le même ordre, et examinée de la même manière, a présenté des résultats entièrement semblables, c'est-à-dire que le vase du n° 3, qui contenoit la dernière portion de

lait, avoit trois fois plus de crème que le n° 1, et que le beurre s'y trouvoit encore dans une plus grande proportion.

Dixième expérience. J'ai répété plusieurs fois les expériences qui viennent d'être citées sur le lait de la traite du matin et du soir, provenant de la même vache; et toujours ce fluide a présenté des résultats semblables aux précédens.

Onzième expérience. Il s'agissoit de voir si la traite d'une vache *plus laitière*, ou qui donneroit plus de lait que celle qui avoit été l'objet de mes expériences, offriroit des différences dans les fractions; mais la dernière portion de la traite s'est toujours trouvée augmentée dans les mêmes proportions.

Douzième expérience. Ayant à ma disposition du lait de plusieurs vaches qui avoient vêlé à des époques différentes, j'ai opéré comme dans les expériences précédentes, et toujours j'ai remarqué que la dernière portion de la traite étoit plus riche en principes que la première.

Treizième expérience. Pendant mon séjour dans l'île de la Camargue, j'ai fait traire, en ma présence, plusieurs mères-brebis, à diverses époques de leur agnèlement, et j'ai encore, dans cette circonstance, remarqué les mêmes différences entre le premier lait tiré et le dernier.

Quatorzième expérience. J'ai fait les mêmes recherches sur le lait d'une chèvre, trois mois après qu'elle avoit chevroté ; la dernière portion de la traite a paru constamment plus épaisse que la première, et a fourni des résultats semblables.

Quinzième expérience. Dans la vue de rendre encore plus sensible la différence de la première portion de la traite à la dernière, au lieu de la diviser en trois parties, je me suis borné à deux, c'est-à-dire que sur les quatre kilogrammes et demi de lait que donnoit communément la vache, j'ai mis de côté le premier demi-kilogramme de lait tiré, et autant du dernier ; l'un avoit l'apparence du lait ordinaire, mélangé de son poids égal d'eau ; l'autre pouvoit être comparé à une crème liquide, telle qu'on peut se la procurer pendant l'été.

Seizième expérience. Après un repos de vingt-quatre heures, la crème a été séparée et battue ; celle de la première portion de la traite, pesant un demi-kilogramme, a donné $\frac{1}{64}$ de beurre, et la dernière $\frac{1}{6}$; tandis que le lait de la meilleure qualité qu'on obtient d'une traite, sans la diviser, ne fournit ordinairement que $\frac{1}{24}$ de beurre au plus.

Mais il ne suffit pas d'avoir établi, par cette espèce d'analyse spontanée, les différences notables qui existent dans les proportions des principes du lait d'une même traite, divisée en trois parties ; je dois prouver encore que ces principes sont d'autant plus élaborés et plus parfaits,

que le fluide dans la composition duquel ils entrent, approche de la fin de la traite.

Dix-septième expérience. J'ai soumis à la butirisation, et dans le même moment, les crèmes résultantes de la traite divisée en trois parties, et, par la dégustation, je me suis assuré que le beurre du n° 3 avoit un caractère de finesse et de bonté qui pouvoit faire soupçonner qu'il provenoit de la crème du lait d'une autre vache, caractère qui s'affoiblissoit dans le beurre du n° 2, et encore plus dans le n° 1.

Dix-huitième expérience. En exposant pendant vingt-quatre heures à une douce chaleur les laits écrémés, le coagulum qui est résulté spontanément de chacun, a présenté des différences frappantes dans sa contexture: la dernière portion de la traite, plus caseuse, s'il est permis de s'exprimer ainsi, paroissoit encore plus élaborée, et évidemment plus abondante que celle du n° 1.

Dix-neuvième expérience. Après avoir séparé les différens coagulums de leur sérosité, au moyen de l'éclisse ou moule d'osier usité dans les fromageries, je les ai assaisonnés avec une égale quantité de sel; il a été facile de juger, par la dégustation, que le caillé du n° 1 n'étoit ni aussi moelleux, ni aussi fin que celui du n° 2, ni celui-ci que le n° 3.

Vingtième expérience. Pour éviter toute prévention,

j'ai fait goûter, à diverses reprises, par une personne douée d'un organe exquis, et qui ne connoissoit nullement le motif de mes expériences, le beurre et le caillé que j'en avois obtenu ; et toujours son jugement a été conforme au mien, savoir, que les produits du lait trait le dernier, étoient plus savoureux et plus délicats que les deux autres.

A l'égard du sucre ou sel essentiel du lait, c'est la proportion dans laquelle il se trouve, qui constitue la perfection de ce fluide ; car, si l'organisation animale possède la faculté de modifier la crème, le beurre et la matière caseuse, elle ne sauroit exercer la même action sur le sucre ou sel de lait, puisqu'il est constamment de la même nature, quels que soient le caractère, l'âge, l'espèce de l'individu d'où il provient, et les alimens dont il a été nourri. Ce produit appartient exclusivement au règne animal, comme le sucre, le camphre et l'amidon au règne végétal, tandis que le fer, le soufre, les alcalis, les sels neutres, les phosphates calcaires, etc. sont revendiqués par les trois règnes.

Le lait, dans le même animal, est exposé à une multitude innombrable de variations d'autant plus difficiles à saisir et à calculer, que, comme l'urine, le sang, la bile et les autres humeurs animales, il change d'état à chaque instant de la journée : tantôt il abonde en beurre ou matière caseuse, tantôt il en contient fort peu, et alors la sérosité prédomine. Ces nuances différentes se font remarquer encore dans la quantité des matières salines qu'on en retire.

On peut juger, d'après cela, combien il est difficile de déterminer, par l'analyse chimique la plus exacte, la qualité et la proportion des parties constituantes du lait; puisqu'elles varient, toutes choses égales d'ailleurs, dans les divers animaux, dans les animaux de la même espèce, dans le même animal, enfin dans la même traite. Ces différences, à la vérité, ne sont que des modifications qui ne touchent pas aux caractères constitutifs du lait.

Cependant, parmi les causes qui contribuent le plus directement à améliorer le lait ou à affoiblir sa qualité, il n'est pas douteux que les alimens ne jouent le principal rôle. Mais c'est à tort qu'on a cru qu'ils conservoient toujours dans ce fluide leurs caractères spécifiques : la plupart se trouvent décomposés par l'acte de la digestion, dont ils facilitent le travail, en donnant plus ou moins d'énergie aux organes destinés à préparer les premiers matériaux du lait, à les réunir et à leur imprimer le cachet particulier de l'animal.

Maintenant qu'il est hors de doute que la traite du matin ou du soir, divisée en trois parties, présente, dans toutes les femelles des animaux ruminans ou non ruminans, des différences dans la qualité et dans les proportions des résultats, il ne nous reste plus qu'à chercher à expliquer pourquoi le lait le premier tiré est plus séreux que le dernier, et à indiquer l'aperçu des avantages qu'on peut retirer de cette observation.

La première idée qui se présente à l'esprit pour expliquer la cause de ce phénomène, semble d'abord indiquer qu'elle est due à la pesanteur spécifique appartenant

à chaque couche d'une quantité donnée de lait, qui séjourne pendant un certain temps dans les mamelles. Or, comme la pesanteur des couches de ce fluide n'est pas, à beaucoup près, la même, on conçoit que, dans ce cas, la couche la plus légère doit toujours occuper la surface; tandis que celle qui est la plus pesante gagne constamment la plus basse région.

A la vérité, pour admettre cette explication, il faudroit supposer que le lait contenu dans les mamelles s'y trouvât comme de l'eau dans un vase: or c'est ce qui n'existe pas, puisque cet organe forme une réunion de glandes spongieuses flexibles, percées de toute part, et que chaque molécule de lait est renfermée, en quelque sorte, dans sa cellule particulière. D'ailleurs, lorsque je remarque que ce n'est pas seulement la crème qui surabonde dans la dernière portion de la traite, mais les autres parties constituantes, quoiqu'elles ne se trouvent pas interposées dans le lait, comme les molécules crémeuses, mais tenues en dissolution dans le sérum, je suis forcé de renoncer à une pareille explication.

Si le phénomène dont il s'agit dépendoit des lois de la pesanteur spécifique, il seroit nécessaire que, dans tous les animaux, les mamelles eussent la même position; et l'on sait que, chez les femmes, le bout du sein occupe plutôt la partie supérieure: mais, en supposant qu'il fût possible d'expliquer par ce moyen la différence des proportions des parties constituantes du lait d'une même traite, il resteroit toujours à déterminer pourquoi aussi elles ont plus de qualité.

En parlant des humeurs qui s'échappent de nos organes, qu'il me soit permis de rappeler ce qu'a dit Bordeu sur cet objet important. Cet homme célèbre a établi, par des faits bien observés, que l'excrétion des humeurs des glandes n'est pas l'effet de la compression, comme on l'avoit généralement cru avant lui, mais qu'elle est préparée et opérée par un état de spasme des vaisseaux et du corps de ces glandes; laquelle entre dans une sorte d'érection qui change la direction des vaisseaux excrétoires, et les force à chasser au dehors l'humeur séparée et élaborée dans le sein de la glande. Quoique cette explication physiologique ne rende pas absolument raison de la différence d'une traite à l'autre, elle peut cependant faire concevoir pourquoi la première partie de l'excrétion est plus séreuse, moins épaisse, puisqu'il est prouvé qu'il faut de plus grands efforts spasmodiques de la part de la glande pour se vider tout-à-fait, c'est-à-dire pour évacuer l'humeur la plus épaisse, qu'il n'en faut pour expulser la première partie de la matière d'excrétion, qui est toujours la plus ténue et la moins chargée par conséquent de principes. Au surplus, il en est du mécanisme des sécrétions comme des autres fonctions de l'économie animale : toutes les explications sont plus ou moins hypothétiques.

Nous aurions desiré, le citoyen Déyeux et moi, qu'il fût possible, dans le travail qui nous est commun, de présenter un tableau de chacune des parties constituantes des différentes espèces de laits dans lesquelles l'homme trouve le plus de ressources; mais la difficulté d'en

déterminer les proportions, nous a fait préférer d'offrir, sous un seul point de vue, ces fluides, rangés dans l'ordre où nous pensons qu'ils doivent être relativement aux quatre produits essentiels qu'ils fournissent le plus ordinairement.

BEURRE.	FROMAGE.	SEL ESSENTIEL.	SÉRUM.
La brebis.	La chèvre.	La femme.	L'ânesse.
La vache.	La brebis.	L'ânesse.	La femme.
La chèvre.	La vache.	La jument.	La jument.
La femme.	L'ânesse.	La vache.	La vache.
L'ânesse.	La femme.	La chèvre.	La chèvre.
La jument.	La jument.	La brebis.	La brebis.

On voit, d'après ce tableau, qu'on peut, à la rigueur, former des six espèces de lait les plus usitées, soit comme alimens, soit en qualité de médicamens, deux grandes classes; l'une qui, riche en matière caseuse et butireuse, comprendroit les laits de vache, de chèvre et de brebis, tandis que, dans l'autre, on rangeroit les laits de femme, d'ânesse et de jument, comme plus abondans en sérosité et en sel essentiel. Mais je reviens à l'objet de ce mémoire.

Dans sa dissertation sur la nature et l'usage du lait, Thomas Young, professeur d'accouchement en Angleterre, parle aussi, d'après madame Anderson, de la différence que présente le lait d'une même traite. Pour

en vérifier l'existence, il a divisé en quatre portions égales les huit kilogrammes que fournissoit une vache par traite. Après trente heures de repos, les crèmes séparées et battues ont donné du beurre dans les proportions suivantes :

La première portion	3 décagrammes.
La seconde	7
La troisième	11
La quatrième	12

Quoique Thomas Young ne fasse aucune mention des qualités qui distinguent ces résultats, l'explication de ce phénomène lui paroît également difficile. Ce médecin soupçonne qu'il dépend des vaisseaux absorbans, plus nombreux dans les vaisseaux lactifères près la base de la mamelle, que près le bout du sein.

Comme il existe d'une traite à l'autre un intervalle de douze heures, ne pourroit-on pas soupçonner que la première portion de lait arrivée aux mamelles immédiatement après leur dégorgement, est précisément la dernière qu'on obtient; et que, pendant un séjour plus long dans l'organe, ce fluide a subi une élaboration salutaire ? Semblable à la feuille de l'arbre développée le matin, qui ne ressemble presque plus à celle qui paroît à midi. Ce qui feroit pencher vers cette explication, c'est qu'il semble démontré, d'après une suite d'expériences nombreuses, que plus les traites sont répétées dans le cercle de vingt-quatre heures, plus la totalité du lait qui la compose est abondant et séreux, et *vice versâ*.

Mais je ne présente les explications que je viens de

donner du phénomène dont il s'agit, que comme des hypothèses, en attendant que les physiologistes aient fait assez de recherches pour donner aux doutes que j'énonce plus ou moins de vraisemblance; j'insisterai davantage sur les conséquences essentielles qu'il est possible de tirer de ces faits pour l'utilité publique.

On doit facilement concevoir, d'après la différence que présente le lait d'une même traite divisée en trois parties, combien est vicieux l'usage dans lequel on est, sur-tout dans les grandes communes, de traire successivement une femelle pour obtenir le lait destiné au service de plusieurs individus.

Supposons en effet trois malades auxquels le médecin aura prescrit le lait d'ânesse; on conduit la femelle chez le premier malade, et on tire la mesure de lait dont il a besoin; on va ensuite chez le second, et enfin chez le troisième, auquel on donne, comme aux deux premiers, la dose de lait prescrite : dans ce cas, il est aisé de voir que le premier malade aura le lait le plus séreux, tandis que le dernier n'a, pour ainsi dire, que de la crème.

Si on admet actuellement que le lait le plus gras, le plus épais, est en même temps le plus efficace, il en résulte que le malade qui a eu la première portion de la traite, a été moins favorisé que le dernier, puisque celui-ci a eu un lait dont les parties constituantes étoient et plus abondantes et plus élaborées. Si, au contraire, un lait administré comme médicament réunit d'autant plus de qualité, qu'il ne contient ni trop de crème ni trop de matière caseuse, on conclura facilement qu'au-

cun des trois malades dont nous venons de parler, n'a pris le lait approprié à son état, et que, pour éviter un pareil inconvénient, il auroit fallu avoir la précaution de traire l'ânesse une seule fois le matin, et de partager ensuite la traite encore chaude en trois doses égales : car, dans ce cas, il seroit démontré que les trois malades auroient du lait de même qualité, et dans les mêmes doses.

C'est sans doute à défaut de cette précaution qu'on entend les malades se plaindre que le lait ne passe pas toujours également bien, et que souvent il leur occasionne des pesanteurs d'estomac et d'autres indispositions, qui les forcent de renoncer à l'usage d'un médicament dont cependant ils auroient pu tirer un parti avantageux, s'il leur avoit été administré d'une manière convenable. Passons maintenant aux applications qu'on peut faire de cette vue à l'économie rurale.

Les fermiers qui desireroient retirer de leurs laiteries le plus grand bénéfice, pourroient calculer jusqu'à quel point il seroit intéressant pour eux de mettre à part le lait le premier tiré, et d'éviter de le mêler avec celui qui vient le dernier; l'un serviroit à faire le beurre commun, et l'autre le beurre de choix, la qualité de ce produit étant toujours à raison de la moindre quantité de lait qu'on réserve de la dernière portion de la traite.

Peut-être que, sans avoir eu l'intention d'améliorer le beurre, ou d'en obtenir une plus grande quantité, quelques fabriques doivent la réputation dont elles

jouissent, à la manière dont la traite est pratiquée, plutôt qu'aux pâturages, à la nature desquels cependant on n'hésite pas de l'attribuer. Ce qui me porte à penser ainsi, c'est ce qui a lieu dans les montagnes d'Ecosse. Les habitans de cette contrée suivent un procédé fort simple et très-économique pour tirer parti de leur lait. Attachés sur-tout à faire des élèves, ils séparent des mères tous les veaux, et les gardent ensemble dans des pâturages clos; chacun, à des heures régulières, sort, et court, sans se tromper, vers sa mère pour la teter, jusqu'à ce que la vachère juge qu'il a pris assez de lait: alors elle fait écarter le veau, trait la vache, et en tire ce qui reste, pour le porter à la laiterie; et c'est cette dernière portion de la traite qui sert à la fabrique du beurre.

Une autre observation non moins intéressante, c'est qu'une fermière qui auroit retiré de chaque traite quatre kilogrammes de lait environ, et qui, par négligence ou par maladresse, en laisseroit trois ou quatre hectogrammes dans les mamelles, perdroit non seulement autant de crème qu'il s'en trouve dans les quatre kilogrammes, mais encore la crème la plus propre à concilier au beurre le goût et les qualités qui caractérisent sa perfection.

Cette seule considération suffit pour prouver combien il est essentiel d'avoir dans les fermes des filles de basse-cour intelligentes; car, si l'opération de la traite n'est pas exécutée avec soin, non seulement on n'obtient

pas la totalité du lait contenu dans les mamelles, mais on perd encore journellement beaucoup, et la meilleure crème.

Il y a une foule d'autres conséquences essentielles qu'on peut déduire des expériences que je viens de présenter; mais il me suffit, pour le moment, d'avoir constaté, par des expériences décisives, que la première portion de la traite est plus séreuse que la dernière, et que l'une est trois fois plus riche en principes que l'autre; que ces principes sont d'autant mieux élaborés et plus parfaits, que le lait approche de la fin de la traite; vérité qu'il ne faut jamais perdre de vue, quel que soit l'usage auquel on consacre ce fluide animal.

Je ne terminerai pas ce mémoire, sans faire une réflexion générale. La différence que présente une même traite divisée par fractions, n'appartient pas seulement au lait des animaux; elle paroît exister dans toutes les humeurs qui s'échappent de nos organes par les vaisseaux sanguins, lymphatiques, spermatiques et urineux, dont les premières émissions et transsudations, offrent également des variations dans la qualité et dans la proportion des principes qui constituent la nature de ces humeurs; c'est aux physiologistes à saisir toutes ces nuances, et à expliquer leur manière d'être dans les organes destinés à les élaborer.

En attendant qu'il résulte de leurs recherches et de leurs expériences quelques nouvelles lumières sur la cause du phénomène dont il s'agit, je suis autorisé à croire

qu'avec le lait d'une même traite, on peut, sans apporter des changemens à la nourriture des femelles, obtenir plusieurs qualités de beurre et de fromage, en se bornant à manipuler séparément les deux portions d'une même traite; peut-être même devra-t-on un jour à cette seule manière de procéder l'amélioration de nos fabriques en ce genre.

OBSERVATIONS
MÉTÉOROLOGIQUES

Faites à Montmorenci près Paris pendant l'an 5 de la République,

Par le citoyen L. Cotte.

Lu le 6 vendémiaire an 6.

MOIS.	THERMOMÈTRE A MERCURE DE L'ACADÉMIE, N° 1.				
	Jours de la plus grande chaleur.	Jours du plus grand froid.	Plus grande chaleur.	Plus grand froid.	Chaleur moyenne.
Vendémiaire . . .	7	10	17°6	5°2	10°0
Brumaire	11	26	10°0	1°4	5°2
Frimaire	3	21	8°4	— 8°0	1°0
Nivose	3	5	9°8	— 4°8	2°6
Pluviose	14 — 25	22	6°8	— 2°0	2°9
Ventose	13	24	10°6	— 1°2	4°0
Germinal.	20	1	15°5	— 2°2	7°9
Floréal	30	17	22°6	5°2	10°3
Prairial.	7	17	23°0	6°9	12°5
Messidor	27	7	26°4	9°5	14°6
Thermidor	11	21	23°0	10°7	15°9
Fructidor	10	30	22°3	7°0	13°5
Résultats de l'année.	27 mess.	21 frim.	26°4	— 8°0	8°4

Suite des observations météorologiques.

MOIS.	BAROMÈTRE, trois lignes plus bas qu'au pont National.							
	Jours de la plus grande élévation.	Jours de la moindre élévation.	Plus grande élévation.	Moindre élévation.	ÉLÉVATION MOYENNE. Matin.	Midi.	Soir.	Du mois.
Vendémiaire . .	12	22	28p 2l60	27p 4l60	27p 9l46	27p 9l35	27p 9l68	27p 9l50
Brumaire	4	29	28p 3l53	27p 3l96	27p 9l39	27p 9l33	27p 9l65	27p 9l46
Frimaire	20	30	28p 3l66	27p 3l65	27p 10l46	27p 10l66	27p 10l48	27p 10l53
Nivose	28	3	28p 4l25	27p 1l67	27p 10l11	27p 10l05	27p 10l33	27p 10l16
Pluviose	21	26	28p 5l47	27p 5l65	28p 1l88	28p 1l55	28p 1l85	28p 1l76
Ventose	1	15	28p 4l02	27p 4l06	27p 10l78	27p 10l60	27p 10l83	27p 10l74
Germinal	2	14	28p 3l65	27p 0l57	27p 8l71	27p 8l51	27p 8l76	27p 8l66
Floréal	25	20 — 21	28p 0l88	27p 4l97	27p 8l97	27p 8l81	27p 8l90	27p 8l89
Prairial	4	15	28p 2l45	27p 5l54	27p 10l43	27p 10l42	27p 10l75	27p 10l53
Messidor	21	4	28p 2l10	27p 5l46	27p 10l40	27p 10l28	27p 10l67	27p 10l45
Thermidor . . .	5	12	28p 2l07	27p 7l32	27p 10l81	27p 10l67	27p 10l75	27p 10l74
Fructidor	30	25	28p 1l50	27p 3l19	27p 10l13	27p 10l03	27p 10l45	27p 10l20
Résul. de l'année.	21 pluv.	14 germ.	28p 5l47	27p 0l57	27p 10l29	27p 10l19	27p 10l42	27p 10l30

Suite des observations météorologiques.

MOIS.	DÉCLINAISON DE L'AIGUILLE AIMANTÉE.							
	Jours de la plus grande déclinaison.	Jours de la moindre déclinaison.	DÉCLINAISON MOYENNE. Matin, 8h.	Midi	Soir, 2h.	Du mois.	Plus grande DÉCLIN.	Moindre DÉCLIN.
Vendémiaire . .	2 — 4	25	21° 40′ 4″	21° 37′ 14″	21° 37′ 32″	21° 38′ 17″	22° 15′	20° 15′
Brumaire	17	16	20° 53′ 24″	20° 52′ 24″	20° 51′ 48″	20° 52′ 32″	21° 45′	20° 30′
Frimaire	28 — 29	30	20° 41′ 6″	20° 40′ 48″	20° 40′ 48″	20° 40′ 54″	20° 54′	20° 33′
Nivose	15 — 25	27 — 29	20° 38′ 16″	20° 39′ 0″	20° 39′ 0″	20° 38′ 45″	20° 51′	20° 24′
Pluviose	11 — 19	6 — 10	20° 54′ 46″	20° 56′ 10″	20° 56′ 10″	20° 55′ 9″	21° 18′	20° 24′
Ventose	7 — 8	25 — 30	20° 38′ 24″	20° 38′ 6″	20° 38′ 6″	20° 38′ 12″	20° 57′	20° 30′
Germinal	11-17-24-30	17 — 20	20° 32′ 20″	20° 32′ 42″	20° 32′ 42″	20° 32′ 35″	20° 36′	20° 27′
Floréal	26 — 27	21 — 22	20° 58′ 36″	20° 59′ 8″	20° 59′ 8″	20° 58′ 57″	22° 30′	20° 9′
Prairial	1	29 — 30	21° 50′ 6″	21° 49′ 24″	21° 49′ 24″	21° 49′ 38″	22° 21′	20° 36′
Messidor	25	18 — 20	20° 42′ 30″	20° 46′ 0″	20° 46′ 0″	20° 44′ 50″	22° 3′	19° 57′
Thermidor . . .	1	25 — 28	21° 11′ 0″	21° 10′ 0″	21° 9′ 30″	21° 10′ 10″	21° 45′	20° 42′
Fructidor	1 — 3	3-5 compl.	20° 26′ 39″	20° 28′ 17″	20° 28′ 22″	20° 27′ 46″	21° 6′	20° 9′
Résul. de l'année.	2-4 vend.	18-20 mess.	20° 55′ 36″	20° 55′ 47″	20° 55′ 42″	20° 55′ 42″	22° 15′	19° 57′

Suite des observations météorologiques.

MOIS.	NOMBRE DES JOURS										
	beaux.	couverts	de nuages.	de vent.	de pluie.	de gelée.	de neige.	de grêle.	de tonnerre.	de brouill.	d'aurores boréales.
Vendémiaire	5	11	14	11	15	0	0	0	1	5	0
Brumaire	3	18	9	5	9	0	0	0	0	5	0
Frimaire	5	19	6	2	8	19	5	0	0	5	0
Nivose	1	25	4	9	11	9	3	0	0	5	0
Pluviose	3	19	8	6	7	8	1	2	0	14	0
Ventose	21	6	3	15	1	8	1	0	0	8	0
Germinal	6	14	10	9	14	2	0	0	0	0	0
Floréal	7	12	11	12	17	0	0	1	3	0	0
Prairial	8	16	6	14	14	0	0	1	3	1	0
Messidor	10	9	11	11	15	0	0	0	5	1	3
Thermidor	15	5	10	12	8	0	0	0	2	2	0
Fructidor	10	13	12	13	20	0	0	0	3	3	0
Résultats de l'année.	94	167	104	119	139	46	10	4	17	49	3

Suite des observations météorologiques.

MOIS.	VENTS DOMINANS.	TEMPÉRATURE.	QUANTITÉ de pluie.	QUANTITÉ d'évap.
Vendémiaire .	N	Froide, très-humide...	4P 3l4	0P 11l
Brumaire	N.-E.	assez douce, assez sèche.	0P 7l4	0P 8l
Frimaire.....	N.-E.	Froide, assez sèche ...	0P 10l2	0P 6l
Nivose	E. et O.....	Froide, humide	3P 7l6	1P 2l
Pluviose.....	E. et S.-O	*Idem*	0P 5l4	0P 5l
Ventose	N.-E.	Froide, très-sèche	0P 8l6	1P 5l
Germinal	N.-E. et S.-O. .	Froide, humide	1P 11l3	1P 7l
Floréal.....	N.-O. S.-O. et O.	*Idem*	2P 7l4	1P 6l
Prairial.....	N. et N.-O.....	Variable.....	3P 5l3	1P 11l
Messidor	N.-O.	Variab. chaude, sèche .	2P 5l10	3P 3l
Thermidor ...	N.-O. et N.....	Très-chaude, très-sèche.	2P 0l3	2P 5l
Fructidor	S.-O. et O.	Douce, humide	3P 8l7	2P 3l
Résultats	N-E. N-O. et S-O.	Variab. froide, humide.	26P 6l8	18P 0l

ANNÉE MOYENNE

CONCLUE

DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Faites à Paris pendant trente-trois ans (1763-1781 *et* 1783-1796), par le citoyen MESSIER, *et à Montmorenci pendant vingt-neuf ans* (1768-1796), par le citoyen COTTE.

Lu le 11 messidor an 5.

MOIS.	THERMOMÈTRE.					
	Plus grande chaleur.		Moindre chaleur.		Chaleur moyenne.	
	Paris.	Montmor.	Paris.	Montmor.	Paris.	Montmor.
Janvier..	8°7	8°6	— 6°1	— 7°3	1°7	1°2
Février..	9°8	9°5	— 3°6	— 5°4	4°0	3°0
Mars ...	12°3	12°7	— 1°9	— 3°4	5°3	4°4
Avril ...	17°8	17°8	1°7	1°2	9°0	8°7
Mai	21°7	19°2	5°3	2°6	12°3	10°6
Juin	24°2	22°7	8°8	5°7	15°0	13°1
Juillet ..	25°1	23°1	11°5	8°1	16°5	14°2
Août ...	25°5	23°2	11°1	7°6	17°0	14°8
Septemb.	20°9	21°5	6°5	5°5	13°2	13°2
Octobre .	15°6	16°1	3°2	2°3	7°7	9°2
Novemb.	9°7	10°9	— 2°7	— 1°9	4°5	4°6
Décemb..	9°2	9°6	— 4°7	— 4°7	2°5	2°7
Année ..	25°5	23°2	— 6°1	— 7°3	9°1	8°3

Suite de l'année moyenne, conclue des observations météorologiques.

MOIS.	BAROMÈTRE.					
	Plus grande élévat.		Moindre élévation.		Élévation moyenne.	
	Paris.	Montmor.	Paris.	Montmor.	Paris.	Montmor.
Janvier..	28P 6l4	28P 3l6	27P 2l6	27P 1l4	28P 0l0	27P 10l2
Février..	28P 5l3	28P 3l2	27P 4l7	27P 2l10	28P 0l0	27P 9l4
Mars....	28P 5l0	28P 2l9	27P 5l3	27P 2l9	28P 0l2	27P 10l0
Avril....	28P 4l5	28P 1l6	27P 5l6	27P 3l0	28P 0l0	27P 10l4
Mai.....	28P 4l5	28P 2l0	27P 7l8	27P 4l10	28P 0l10	27P 10l8
Juin....	28P 4l3	28P 1l9	27P 8l6	27P 5l5	28P 0l9	27P 10l5
Juillet..	28P 4l1	28P 1l8	27P 9l2	27P 7l0	28P 1l3	27P 10l9
Août....	28P 4l7	28P 2l0	27P 9l5	27P 7l2	28P 1l4	27P 11l2
Septemb.	28P 4l9	28P 2l5	27P 7l10	27P 6l0	28P 0l10	27P 11l0
Octobre.	28P 4l6	28P 2l7	27P 7l3	27P 3l9	28P 0l2	27P 9l8
Novemb.	28P 5l0	28P 2l8	27P 4l5	27P 0l10	27P 11l6	27P 9l2
Décemb.	28P 5l6	28P 3l7	27P 4l1	27P 2l8	27P 11l7	27P 10l0
Année..	28P 6l4	28P 3l7	27P 2l6	27P 0l10	28P 0l4	27P 10l2

Suite de l'année moyenne, conclue des observations météorologiques.

MOIS.	QUANTITÉ DE PLUIE.		NOMBRE des JOURS DE PLUIE et de neige.		VENTS DOMINANS.	
	Paris, à l'Observ. national.	Montmor.	Paris.	Montm.	Paris.	Montmorenci.
Janvier..	1P 5l0	1P 3l4	11	12	S.....	S.-O. et N.
Février..	1P 6l9	1P 9l0	13	14	S. et S.-O.	S.-O.
Mars ...	0P 9l8	1P 3l10	13	12	N.-E. et N.	N.
Avril ...	2P 4l0	1P 7l9	13	10	*Idem*	N.
Mai	1P 11l2	1P 9l6	14	12	S.-O. et O.	N.
Juin	2P 3l3	3P 1l6	16	14	O.....	N.-E. et N.
Juillet ..	2P 4l7	2P 8l4	15	13	O.....	S.-O. et N.
Août ...	1P 10l6	1P 11l5	10	10	S.-O. et N.	S.-O. et N.
Septemb.	1P 8l2	1P 6l5	12	9	S.-O.....	S.-O.
Octobre .	1P 0l3	2P 4l8	13	14	S. et S.-O.	S.-O. et S.
Novemb.	1P 8l0	1P 4l4	14	12	S.....	S.-O.
Décemb.	1P 3l0	2P 7l8	15	14	S. et S.-O.	S.-O.
Année...	20P 2l4	23P 5l9	155	145	S.-O. et S.	S.-O. et N.

OBSERVATIONS

SUR LE CHARBON

ET LES GAZ HIDROGÈNES CARBONÉS,

Par le citoyen BERTHOLLET.

Lu le 26 messidor an 9.

UNE connoissance exacte de la composition du charbon et de ses propriétés est l'un des objets qui intéressent le plus la théorie générale de la chimie, parce que cette substance intervient dans beaucoup de phénomènes, et qu'une petite différence dans ses élémens très-actifs en peut produire une considérable dans les résultats d'une multitude d'opérations.

Cependant les chimistes ne sont pas encore parvenus, sur l'action du charbon dans différentes circonstances, à cette uniformité d'opinion qui est une preuve de la conviction qu'entraîne une analyse exacte, et qui les réunit sur un si grand nombre d'autres objets, soit parce qu'ils se sont livrés avec trop de confiance aux premières indications de la théorie, soit plutôt parce que les vérités forment une chaîne qui ne peut se dérouler que successivement.

J'ai, plus que personne, été chancelant dans mes

opinions à cet égard, et c'est particulièrement pour rectifier mes propres idées que je rappellerai les propriétés du charbon à une nouvelle discussion des chimistes.

Dans les premières réflexions que j'ai présentées à la classe le 6 prairial, j'ai tâché de concilier avec la théorie adoptée les observations qu'on nous avoit communiquées récemment sur la réduction des oxides métalliques, et particulièrement de l'oxide de zinc. J'ai cherché, dans cet aperçu trop vague, à établir, par la seule considération des faits connus, que le charbon étoit une combinaison de carbone et d'hidrogène; et j'ai conjecturé que, dans la réduction de l'oxide de zinc, ainsi que dans celle des oxides qui exigent une haute température, c'étoit l'hidrogène qui, se combinant avec l'oxigène, formoit de l'eau, au lieu de l'acide carbonique qu'on supposoit être produit alors.

Dans la séance suivante, Guyton lut un mémoire du citoyen Désormes, qui avoit constaté que, dans la réduction de l'oxide de zinc par le charbon, il ne se dégageoit presque pas d'eau. Il en tiroit la conséquence que ce n'étoit point l'hidrogène supposé dans le charbon qui opéroit cette réduction; mais qu'il se formoit de l'acide carbonique qui, en se surchargeant de carbone, passoit à l'état d'un gaz inflammable particulier, dont l'acide carbonique étoit la base, et dont Voodhouze avoit fait connoître l'existence (1).

(1) A cette époque nous n'avions pas connoissance du travail intéressant

Le citoyen Désormes appuyoit cette opinion d'une expérience qu'il a faite en décomposant le carbonate de barite par le moyen du charbon : il n'a point retiré d'acide carbonique dans cette décomposition, mais un gaz analogue à celui qu'on obtient de la réduction du zinc.

Le citoyen Thénard a été conduit à la même conclusion par une expérience qui fait partie d'un travail entrepris avec Fourcroy et Vauquelin. Il a observé qu'en faisant passer l'acide carbonique à travers le charbon rouge, il s'étoit dénaturé ; et, selon lui, il étoit changé en gaz inflammable, en se saturant de carbone.

Le citoyen Hassenfratz a aussi communiqué des observations qui tendent à établir la même opinion.

Enfin, Guyton ayant observé que l'acide muriatique oxigéné formoit de l'acide carbonique avec le gaz nouveau, a donné à cette opinion toute l'autorité de son suffrage, et il a qualifié ce gaz de *gaz d'oxide de carbone*.

Toutefois les conséquences de cette opinion, devenue si imposante, m'ont paru se concilier trop peu avec les propriétés connues, pour ne pas consulter encore l'expé-

---

de M. Cruikshank, qui a donné lieu au premier supplément de ce mémoire. Il vient de paroître (*Annales de chimie*, messidor an 9) un mémoire des citoyens Désormes et Clément, qui contient un grand nombre d'observations intéressantes par lesquelles ils prétendent établir l'opinion adoptée par Guyton ; cependant je me trouve rarement d'accord avec eux sur les résultats des mêmes expériences. Il faut s'en remettre au jugement des chimistes qui voudront bien les répéter avec tout le soin qu'elles exigent.

rience sur une certaine étendue de phénomènes ; car c'est une condition de toute théorie qu'on établit, qu'elle doit satisfaire à l'explication de tous les faits qui dépendent de la cause qu'on leur attribue ; et l'imperfection de celles qu'on voit se succéder, est particulièrement due à ces vues partielles dont on se laisse éblouir.

J'ai donc cherché à considérer le charbon dans un assez grand nombre d'effets, pour pouvoir en conclure ses véritables propriétés. J'ai été secondé dans les expériences multipliées que j'ai été obligé de faire, et dont je ne présenterai qu'un précis, par le citoyen Gai-Lussac, élève des ponts et chaussées, qui réunit à beaucoup de sagacité et de lumières une grande exactitude dans l'art des expériences.

Comme je dois entrer dans des discussions un peu compliquées, j'ai cru devoir indiquer d'abord les objets que j'examinerai successivement dans différens articles, et je préviens que je me servirai, dans les premiers, de quelques suppositions qui ne doivent être solidement établies que dans la suite.

Article I^er^. Des recherches de Lavoisier sur la composition de l'acide carbonique.

II. Des preuves de l'existence de l'eau dans l'acide carbonique, données par Monge.

III. Des expériences de Guyton sur le diamant.

IV. Analyse du gaz retiré du charbon par la chaleur.

V. Du gaz oléfiant.

VI. Du gaz retiré de l'alcool, de l'huile, du sucre.

VII. Du gaz retiré du charbon par la décomposition de l'eau.

VIII. Du gaz retiré par le moyen de l'oxide de zinc et du carbonate de barite.

ARTICLE PREMIER.

Des recherches de Lavoisier sur la composition de l'acide carbonique.

Lavoisier, auquel on doit l'importante découverte de la composition de l'acide carbonique, a tâché de déterminer les proportions des élémens de cet acide : il s'est occupé à différentes reprises de cet objet; mais il a reconnu lui-même qu'il n'étoit pas parvenu à la précision qu'on pouvoit desirer.

Il a particulièrement cherché les proportions des parties de l'acide carbonique dans un poids donné de cet acide, en négligeant l'état fixe ou gazeux dans lequel il pouvoit se trouver ; mais pour l'analyse des hidrogènes carbonés dont je dois m'occuper, il convient surtout de reconnoître les parties composantes d'un volume déterminé.

Il a donné dans la collection de ses mémoires une seconde édition de celui qu'il avoit publié (*Mém. de l'Acad.* 1781), en y faisant quelques corrections, parti-

culièrement dans les nombres ; ce qui vient de ce qu'il avoit d'abord estimé trop bas la pesanteur spécifique du gaz oxigène, parce qu'on se servoit, à l'époque de ces expériences, d'un gaz oxigène retiré des oxides métalliques, qui contenoit toujours une quantité assez considérable de gaz azote ; mais depuis qu'on l'a retiré du muriate oxigéné de potasse, on est parvenu à l'avoir beaucoup plus pur. J'adopterai dans ce mémoire, soit pour l'oxigène, soit pour le gaz acide carbonique et le gaz hidrogène, les déterminations qu'il a données dans ses élémens de chimie, savoir :

Gaz oxigène	0.50694
Gaz hidrogène	0.03539
Acide carbonique	0.68985

Lavoisier raconte d'abord les faits tels qu'il les a observés ; mais il abandonne bientôt cette méthode pour ne porter son attention que sur l'acide carbonique produit dans chacune de ses opérations, et chercher les parties élémentaires qui entrent dans sa composition, par un calcul fondé sur la supposition que ce gaz ne contient que l'oxigène et le carbone.

Voici comment il s'exprime sur le motif qui l'engagea à suivre cette méthode : « Comme le charbon absorboit » l'humidité de l'air, et l'air lui-même, avec une très- » grande rapidité, la détermination du poids par les » quantités de charbon restantes après la combustion » étoit fautive, et il se trouvoit que nous obtenions en » acide carbonique un poids plus grand que la somme

» des poids réunis de l'air vital employé, et du charbon » brûlé, d'après le poids de l'acide carbonique que nous » obtenions, et il s'est rencontré presque toujours une » différence de quelques grains. »

Une conséquence de cette observation qu'il avoit déja faite dans les expériences précédentes, est qu'il s'est réellement brûlé un peu plus de charbon que n'en indiquoit le poids de celui qu'on retiroit de l'appareil. Examinons à présent les résultats des expériences de Lavoisier : je négligerai souvent les fractions dans tous les calculs qui suivront.

Dans une première expérience faite avec Laplace (1), il a employé un volume de gaz oxigène de 202.35 pouces cubiques. Le volume s'est trouvé réduit à 170.59 ; de sorte qu'il étoit diminué de 31.76. Il s'est formé 96.66 pouces cubiques de gaz acide carbonique. Il a eu, dans la comparaison des poids employés et obtenus, un déficit de 14.21 grains, qu'il attribue à l'eau qui s'est déposée ; ce qui annonce 12,08 grains d'oxigène, et 2.13 grains d'hidrogène : or 12.08 grains d'oxigène équivalent à près de 26 pouces de gaz oxigène, qu'il faut retrancher des 31.76 formant la diminution de volume. Suivant ce calcul, 102.42 pouces cubes d'oxigène se sont combinés avec 17 grains de charbon, pour former 96,66 en volume d'acide carbonique, ou 67.18 grains en poids ;

(1) Comme dans ce mémoire j'ai rappelé beaucoup d'expériences faites avec les poids et les mesures anciennes auxquelles les miennes devoient être comparées, je m'en suis tenu ordinairement aux mêmes poids et mesures.

ce qui suppose une diminution de près de $\frac{1}{25}$ dans le volume du gaz oxigène qui produit cette combinaison.

Dans une seconde expérience à laquelle Lavoisier donne plus de confiance, le gaz oxigène employé à former l'acide carbonique a été de 105.6 pouces ; la quantité d'acide carbonique a été de 91.179 pouces. Il faut déduire du volume employé celui de l'oxigène qui a servi à former l'eau, c'est-à-dire, selon l'observation de Lavoisier, 14.8 pouces : il n'est donc resté que 90,8. pouces de gaz oxigène, pour en donner 91,91 d'acide carbonique. Il auroit donc fallu qu'il y eût une dilatation de l'oxigène de près de $\frac{1}{100}$.

Pour éviter la formation de l'eau, Lavoisier employa ensuite le charbon de bourdaine fortement calciné, supposant qu'il en avoit chassé tout l'hidrogène : 113,851 d'oxigène donnèrent, dans celle de ces épreuves à laquelle il donne la préférence, 109 pouces d'acide carbonique ; ce qui indiqueroit une réduction, dans le volume de l'oxigène, de $\frac{1}{25}$. Il infère de cette expérience que l'acide carbonique est formé de 75.211 d'oxigène, et de 24,789 de carbone ; mais il faut remarquer qu'alors il ne conclut le poids du carbone que de la considération de l'acide carbonique formé.

Cet exposé fait voir, 1°. que Lavoisier a reconnu l'existence de l'hidrogène dans le charbon non calciné, qu'il évalue même dans sa première expérience à un peu plus de $\frac{1}{6}$ de son poids ;

2°. Que puisqu'il y a eu, dans l'une des trois opérations citées, une petite dilatation dans le volume du gaz

oxigène, qui a été changé en acide carbonique, et puisque l'absorption qui a dû nécessairement se faire par le charbon qui restoit dans l'appareil, pendant qu'on le laissoit revenir à la température primitive (1), a produit une diminution étrangère à la formation de l'acide carbonique, on ne doit admettre dans cette formation aucune diminution sensible dans le volume qu'occupoit le gaz oxigène, déduction faite de l'eau qui se sépare.

3°. Que dans toutes les évaluations précédentes, il s'est introduit une inexactitude qu'il faut corriger, si la supposition que tout l'oxigène, en se servant du charbon fortement calciné, entre dans la composition de l'acide carbonique, ne se trouve pas fondée, et si au contraire il est prouvé que, dans cette circonstance même, il se forme de l'eau, à laquelle l'acide carbonique doit une partie de son volume et de son poids.

ARTICLE II.

Des preuves de l'existence de l'eau dans l'acide carbonique, données par Monge.

Priestley et van Marum avoient observé qu'en excitant une suite d'étincelles électriques dans l'acide carbonique, il se faisoit une augmentation dans le volume de ce fluide élastique, qui, par-là, perdoit la

(1) Voyez, sur l'absorption des différens gaz par le charbon, les expériences de Rouppe. (*Annales de chimie*, t. XXXII.)

propriété de se combiner avec l'eau, de sorte qu'il paroissoit avoir changé de nature.

Nous nous réunîmes plusieurs en société chez le président Saron, pour répéter cette expérience dont Monge donna l'explication (1). Je vais en rappeler les résultats, tels qu'ils ont été présentés par mon collègue.

« Il résulte de cette expérience, 1°. qu'en excitant » des étincelles multipliées dans l'air fixe, dépouillé » de tout gaz étranger, et retenu sur le mercure, on » augmente son volume ; 2°. que cette augmentation » graduelle fait encore des progrès long-temps après » qu'on a suspendu l'électrisation ; 3°. qu'elle cesse » enfin complétement après un certain temps, quoi- » qu'on continue d'exciter des étincelles, et alors elle » est à peu près du vingt-quatrième du volume primitif » de l'air fixe ; 4°. que si l'excitateur est de fer, il se » calcine pendant cette opération, et qu'il se répand » sur le mercure une poudre noire qui ternit la surface » et qui s'attache au verre ; 5°. que l'air fixe dilaté par » les étincelles est un mélange de deux fluides, dont » l'un est miscible avec l'eau et avec les alcalis caus- » tiques, et dont l'autre refuse de se combiner avec ces » substances, et que le rapport des volumes des deux » fluides qui composent ce mélange est à peu près de » 21.5 à 14 ; 6°. enfin que de ces deux fluides, celui » qui ne se combine pas avec l'eau est un air inflam-

(1) *Mémoires de l'Académie*, 1786.

» mable qui détone avec l'air déphlogistiqué au moyen
» de l'étincelle électrique.

» Actuellement nous nous proposons de faire voir
» qu'on peut rendre raison de tous ces phénomènes
» d'une manière satisfaisante, sans qu'il soit nécessaire
» de supposer que l'air fixe ait éprouvé la moindre alté-
» ration dans sa substance.

» En effet, de même que l'eau dissout une plus grande
» quantité d'air fixe par la même température et sous
» des pressions égales, qu'elle ne dissout l'air atmosphé-
» rique; l'air fixe dissout à son tour une plus grande
» quantité d'eau dans les mêmes circonstances que l'air
» atmosphérique. Pour peu qu'on réfléchisse, on recon-
» noîtra que nous n'avons aucun moyen de nous pro-
» curer de l'air fixe qui ne tienne une grande quantité
» d'eau en dissolution, et que celui même qu'on obtient
» de la calcination de la terre calcaire, quoique dégagé
» par la voie sèche, est néanmoins saturé de ce liquide;
» car, dans ce dernier cas, l'air fixe est chargé d'une
» partie de l'eau qui entre dans la composition de la
» terre calcaire (*carbonate de chaux*), et qui est déga-
» gée de la combinaison par la violence du feu. C'est
» à une portion de cette eau tenue d'abord en dissolu-
» tion par l'air fixe incandescent, et abandonnée ensuite
» en vertu du refroidissement, qu'il faut attribuer la
» forme de petits nuages que prennent les bulles d'air
» fixes, lorsqu'elles sortent du bec de la cornue pour se
» répandre dans le bocal qui les reçoit; et ces nuages,
» qui sont le produit d'une véritable précipitation,

» prouvent que l'air fixe obtenu par ce procédé est » saturé d'eau. Ainsi tout l'air fixe sur lequel on a » coutume d'opérer dans les laboratoires, doit être » regardé comme tenant une grande quantité d'eau en » dissolution.

» Or l'eau ne peut se dissoudre dans un fluide » élastique sans augmenter son volume, parce qu'alors » elle quitte l'état liquide, et elle prend une densité » qui approche davantage de celle du dissolvant. A la » vérité, à quantité égale d'eau dissoute dans l'air fixe » et dans l'air atmosphérique, l'augmentation produite » dans le volume de l'air fixe doit être moindre, parce » que la densité de ce dernier gaz étant plus grande que » celle de l'air atmosphérique, l'eau n'éprouve pas une » aussi grande raréfraction pour entrer en dissolution ; » mais la quantité d'eau nécessaire à la saturation de » l'air fixe étant beaucoup plus grande que celle que » l'air atmosphérique peut dissoudre dans les mêmes » circonstances, nous avons tout lieu de croire qu'il y » a plus que compensation.

» Un volume proposé d'air fixe n'est donc pas entiè- » rement rempli par la substance même de ce fluide, » et une portion assez considérable de ce volume doit » donc être regardée comme occupée par l'eau que l'air » fixe tient en dissolution ; en sorte que si, par quelque » moyen, on privoit l'air fixe de cette eau, sans attaquer » sa substance, on diminueroit son volume d'une ma- » nière sensible. »

Quoique le mémoire de mon collègue date de plu-

sieurs années, et que depuis lors les faits se soient multipliés, il n'y en a encore aucun qui ne soit d'accord avec les explications qu'il a données. Lavoisier, qui fut l'un des coopérateurs de l'expérience, en adopta, ainsi que les autres, les conséquences, quoiqu'elles dussent nécessairement apporter quelques modifications dans la détermination qu'il avoit donnée des élémens de l'acide carbonique, et dans celle du calorique qui se dégage dans la combustion du charbon par l'effet de la combinaison du carbone avec l'oxigène.

Cette expérience explique encore le changement que le fer produit dans l'acide carbonique par le moyen de la chaleur, et le résidu inflammable que laisse ensuite le gaz, lorsqu'on l'absorbe par l'eau, ainsi que l'a observé Priestley (1); ou plutôt ces expériences concourent à prouver la même vérité, ainsi que celles par lesquelles Villiam Henry a réfuté (2) la décomposition du charbon qu'Austin prétendoit avoir opérée en soumettant à l'action de l'électricité le gaz hidrogène carboné.

Henry fait voir que l'augmentation de volume qu'éprouve ce gaz qui peut doubler, est due à la décomposition de l'eau qu'il tenoit en dissolution. On pourroit élever quelques doutes sur la nature de ce gaz qu'il a retiré de l'acétite de potasse, ainsi que sur l'explication qu'il donne sur sa dilatation; mais les conséquences qu'il tire de ses expériences n'en sont point affoiblies.

---

(1) *Expériences sur différentes branches de la physique*, t. IV, p. 298.
(2) *Transactions philosophiques*, 1797.

Il a éprouvé qu'après avoir tenu pendant plusieurs jours le gaz en contact avec la potasse desséchée, il pouvoit encore augmenter d'un sixième de son volume : fait très-important, qui prouve que les gaz, autant desséchés qu'ils peuvent l'être pour être amenés au terme hygrométrique de la plus grande sécheresse, contiennent encore de l'eau.

Dans une autre suite d'expériences non moins intéressantes, ce savant chimiste fait voir (1) que l'étincelle électrique dégage du gaz hidrogène de l'acide carbonique, même lorsqu'on retire cet acide du marbre, qu'on a tenu quelque temps à une chaleur rouge, pour en chasser l'eau autant qu'il est possible.

Il est donc prouvé que l'acide carbonique tient, dans toutes les circonstances ordinaires, une certaine quantité d'eau en dissolution, et qu'il lui doit une partie de son poids et de son volume ; mais les expériences que je viens de rappeler ne sont pas propres à déterminer cette quantité. En effet, 34 pouces cubes d'acide carbonique ont produit 21,5 pouces de gaz hidrogène ; ce qui suppose la décomposition de plus de 6 grains d'eau sur 34 pouces ou 25 grains d'acide carbonique, quantité qui est trop considérable pour s'accorder avec les autres phénomènes. Il faut donc qu'une partie de cette eau fût étrangère à l'acide carbonique. Or, l'on sait que le mercure tient de l'eau en dissolution ; c'est donc lui qui a dû en fournir à l'acide carbonique, à me-

(1) *Transactions philosophiques*, 1800.

sure que celui-ci en étoit dépouillé, jusqu'à ce qu'enfin lui-même en ait été privé au point de ne pouvoir plus en céder.

Je trouve dans cette circonstance une explication naturelle d'un fait que Monge n'a fait qu'indiquer : c'est, selon ses expressions, que *l'accroissement du volume de l'air fixe ne se fait pas seulement pendant le temps qu'on électrise, et qu'il continue encore ses progrès pendant plusieurs jours, quoiqu'on ne produise aucune étincelle.*

Cet accroissement tardif ne vient-il pas manifestement de ce que l'acide carbonique ne peut enlever que successivement l'eau au mercure, et à mesure que celui-ci prend un équilibre de saturation ? Ne confirme-t-il pas en même temps que l'acide carbonique privé d'eau augmente de volume à mesure qu'il s'en sature ?

Puisqu'une eau étrangère a dû influer sur le résultat, la quantité de celle qui étoit contenue dans l'acide carbonique ne peut être reconnue par ce moyen ; la réduction du volume de l'acide carbonique privé d'eau, ne peut également être déterminée, parce que, comme Monge l'a très-bien observé, les oxides métalliques qui se forment par la décomposition de l'eau, en prennent une partie en combinaison.

Ne connoissant pas de moyen de déterminer directement ces objets, j'ai cherché les nombres qui pouvoient le mieux satisfaire aux expériences de Lavoisier et à celles que je vais décrire, et je me suis fixé aux suivans, qui, s'ils ne sont pas d'une exactitude rigoureuse,

répondent cependant si bien aux phénomènes, comme on le verra dans la suite, qu'ils doivent approcher beaucoup de la réalité.

Il me paroît donc, par la comparaison de plusieurs résultats, que 100 pouces cubes (196.83 centimètres cubes) d'acide carbonique sont formés de 84 pouces cubes (165.32 centimètres cubes), ou de 43 grains (2.365 grammes) d'oxigène; de 16 grains (0.8492 gram.) de carbone, et de 10 grains d'eau (0.5307 grammes).

Il résulte de-là que lorsque Lavoisier a admis 72 grains d'oxigène sur 100 d'acide carbonique, il n'y en a réellement qu'environ 60 qui se soient combinés avec le carbone; que les 12 autres ont été employés à former de l'eau avec deux d'hidrogène, qui réduisent les 28 parties de charbon à 26 : mais il seroit difficile de faire un usage précis des expériences de Lavoisier, parce qu'il a varié dans la pesanteur qu'il a attribuée au gaz oxigène, et que celle même qu'il a admise dans la collection de ses mémoires, en la portant à 0.5000, est inférieure à celle beaucoup plus exacte qu'il a donnée dans ses *Élémens de chimie*. On trouve dans cette évaluation une cause de la différence de poids qu'il a observée dans les substances employées et dans les produits, comme on l'a vu dans le passage que j'ai cité, article premier.

Je supposerai cette composition de l'acide carbonique dans les expériences que je dois expliquer, pour la confirmer ensuite par l'accord des résultats que j'obtiendrai; et en conséquence, lorsque j'aurai employé un volume déterminé de gaz oxigène, j'attribuerai à la partie qui

entre dans la composition de l'acide carbonique l'équivalent de cinq sixièmes du volume de l'acide carbonique formé, et je regarderai l'autre sixième comme employé à produire l'eau tenue en dissolution par cet acide.

ARTICLE III.

Des expériences de Guyton sur la combustion du diamant.

Guyton conclut des expériences qu'il a faites sur la combustion du diamant (1), que l'acide carbonique est composé à peu près de 18 de carbone et de 82 d'oxigène, et il explique la différence des produits de la combustion du charbon par l'oxigène qu'il y suppose combiné ; de sorte qu'il regarde celui-ci comme un carbone oxidé, et le diamant comme le carbone pur. Ces déterminations ne peuvent point s'accorder avec celles que j'ai présentées plus haut. Voyons à quoi peut tenir cette différence.

Guyton s'est servi de deux moyens pour déterminer la quantité d'acide carbonique qu'il a produite avec le diamant : il a précipité une partie de l'acide carbonique par l'eau de barite ; et comme Pelletier avoit attribué 22 parties d'acide carbonique à 100 de carbonate de barite, il s'est servi de cette proportion pour conclure du poids du précipité qu'il a formé, la quantité d'acide

(1) *Annales de chimie*, t. XXXI.

carbonique qui s'y étoit combinée ; l'autre partie d'acide carbonique qui n'a pas été absorbée par la barite a été évaluée particulièrement par les essais eudiométriques d'Humbolt.

Je remarque, 1°. que, dans ses évaluations, Guyton compare toujours l'acide carbonique produit par le diamant, avec l'acide carbonique qui s'est saturé d'eau, et qu'il attribue tout son poids à l'oxigène et au carbone, sans faire attention à cette différence ; 2°. que 82 parties pondérales d'oxigène ayant dû, selon lui, entrer dans la composition de 100 parties d'acide carbonique, il faut que 168 mesures de gaz oxigène formant ces 82 en poids, ou 145 pouces cubes d'acide carbonique, se soient contractées de près d'un septième de leur volume, sans qu'une partie de cet oxigène ait été employée à former de l'eau comme dans la combustion du charbon. Or nous avons vu (article premier) que, dans les expériences de Lavoisier, la plus forte contraction observée dans le volume du gaz oxigène a été de $\frac{1}{25}$, et qu'elle a dû nécessairement être exagérée par l'action du charbon qui a absorbé une portion du gaz, ou qui a déguisé une partie de l'eau déposée.

Pour établir un accord entre cette détermination de la composition de l'acide carbonique et celle de Lavoisier, dont Guyton se sert dans la comparaison qu'il en fait, il faut supposer que 28 parties de charbon en contiennent 10 d'oxigène, et alors on a également 82 parties d'oxigène et 18 de carbone pour la composition de l'acide carbonique : mais cette supposition

oblige de n'admettre aucune portion appréciable d'hidrogène dans le charbon, et au contraire de le supposer combiné avec plus d'un tiers de son poids d'oxigène ; supposition qui, au premier aspect, doit paroître contradictoire avec les propriétés connues du charbon.

Outre les preuves que j'ai données de la dissolution de l'eau dans l'acide carbonique formé par la combustion du charbon ; outre celles qui me restent à développer, soit de l'existence de cette eau dans l'acide carbonique, soit de celle de l'hidrogène dans le charbon, j'invoquerai ici le témoignage de ceux qui ont assisté à quelques-unes des expériences que Lavoisier a réitérées plusieurs fois sur la combustion du charbon même fortement calciné dans le gaz oxigène. Ils ont vu comme moi, et particulièrement dans une expérience faite en présence du chevalier Landriani, dans la vue de constater ce point de théorie contesté alors, que, dans le commencement de la combustion, il se dépose sur les parois de la cloche, et sur la surface du mercure, une quantité notable d'eau qui ensuite se dissout dans l'acide carbonique. De ce fait, joint à ceux qui ont été rapportés dans l'article précédent, on peut déja conclure que le charbon même fortement calciné contient de l'hidrogène, et que l'acide carbonique qui en provient se trouve saturé d'eau ; d'où il suit encore que les 10 parties d'oxigène qu'il falloit supposer dans le charbon, doivent être remplacées à peu près par autant d'eau qui se forme et qui se dissout dans l'acide carbonique produit, et que la supposition de Guyton de 82 parties pondérales

d'oxigène dans 100 d'acide carbonique, ne peut avoir lieu.

Ces considérations font voir que la quantité d'oxigène que Guyton prétend avoir servi à la combustion du diamant, est élevée au-dessus de la réalité, et j'en aperçois deux causes. 1°. Il a, ainsi que je l'ai remarqué, comparé l'acide carbonique qui s'est formé, au volume et au poids qu'il doit avoir lorsqu'il est saturé d'eau; et il faut, par cette raison, en supprimer tout le poids qui doit être attribué à l'eau, ce qui réduiroit d'abord les 1118 milligrammes obtenus de 200 milligrammes de diamant, à 959, correction encore insuffisante. 2°. Il s'est contenté de sécher à la chaleur de l'eau bouillante le précipité de carbonate de barite qui s'étoit formé : or, le carbonate de barite, qui n'avoit éprouvé que ce degré de chaleur, devoit retenir plus d'eau que le carbonate naturel, dont Pelletier s'est principalement servi. J'ajouterai que la proportion d'acide carbonique que Pelletier a attribuée au carbonate de barite peut se trouver trop forte; car Fourcroy, qui a fait la même opération avec soin (1), n'admet que dix pour cent d'acide carbonique dans la même substance.

Il me paroît donc que la détermination des élémens de l'acide carbonique, donnée par Guyton, est sujette à trop d'incertitude, et trop contredite par ce que l'expérience apprend de plus incontestable, pour pouvoir infirmer ce que j'ai exposé jusqu'à présent.

---

(1) *Annales de chimie*, t. IV.

En supposant que le diamant soit du carbone pur, ainsi que me paroît le confirmer l'expérience de Guyton, malgré l'incertitude que je trouve dans son évaluation, 200 parties pondérales donneroient, par mon calcul, 737 parties d'acide carbonique sans eau, et 866 d'acide carbonique saturé d'eau étrangère. La différence qu'il y auroit entre 100 mesures d'oxigène employées à brûler le diamant, et 100 autres qui brûleroient du charbon, c'est que les premières donneroient à peu près 116 mesures d'acide carbonique qui seroient saturées d'une eau étrangère, et que les autres n'en donneroient que 100 qui seroient saturées d'une eau à la formation de laquelle elles auroient contribué; et la différence qu'il y auroit entre le charbon et le diamant consisteroit en ce que le premier auroit dû fournir un peu d'hidrogène, et par conséquent avoir un poids un peu supérieur à celui du diamant, pour produire les quantités d'acide carbonique désignées, et qu'en raison de son hidrogène il produiroit un dégagement de calorique plus considérable.

ARTICLE IV.

De l'hidrogène carboné retiré du charbon.

J'AI publié (1) des expériences dans lesquelles j'avois retiré 720 pouces cubes de gaz hidrogène carboné d'une once de charbon. J'avois remarqué qu'il ne se dégageoit

(1) *Mémoires de l'Académie*, 1781, p. 228.

que très-peu d'acide carbonique dans le commencement de l'opération, et que le charbon perdoit par-là près du quart de son poids. J'examinai plus particulièrement la composition du gaz hidrogène carboné dans un autre mémoire (1), dans lequel je comparai plusieurs espèces de gaz hidrogène carboné, et je décrivis une méthode de déterminer leurs parties composantes : mais, dans ce dernier mémoire, séduit par l'étendue des applications que devoit avoir la décomposition de l'eau, dont la connoissance étoit récente, j'attribuai la formation de l'hidrogène carboné à cette décomposition.

J'ai repris ces expériences, et j'y ai apporté toute l'attention que m'a paru mériter cette analyse.

J'ai d'abord cherché à rectifier la méthode que j'avois employée. J'ai observé que lorsqu'il se formoit par la détonation avec le gaz oxigène beaucoup d'acide carbonique, on étoit trompé sur sa quantité, lorsqu'on ne remplissoit pas l'eudiomètre d'eau de chaux, au lieu d'eau simple dont je m'étois d'abord servi, sur-tout lorsqu'on faisoit des opérations successives, parce que, dans chacune, une partie de cet acide est retenue dans l'état gazeux par le résidu.

Je mêle ordinairement trois parties d'oxigène et une d'hidrogène dans l'eudiomètre de Volta, préalablement rempli d'eau de chaux : le robinet qui est à la partie inférieure étant fermé, on fait détoner le mélange ; ensuite on ouvre le robinet. Jusque-là il ne s'est point

(1) *Mémoires de l'Académie*, 1785, p. 340.

absorbé d'acide carbonique, à cause du vide qui s'est formé; et l'eau de chaux reste transparente même à la surface. On remarque le degré de l'échelle auquel parvient l'eau de chaux; après cela, on agite pour absorber tout l'acide carbonique; on note les degrés de l'échelle parcourus par le liquide en absorbant l'acide carbonique; enfin, comme l'on a employé un excès d'oxigène, le résidu représente cet excès. On a donc, par ce moyen, la quantité d'acide carbonique qui s'est formée, et la quantité d'oxigène qui a été consumée pour un volume donné de gaz hidrogène. J'ai appliqué à ces données les déterminations auxquelles je me suis arrêté, article II. Pour m'assurer de l'exactitude de cette épreuve, je l'ai vérifiée en faisant détoner successivement des mesures de gaz oxigène et de gaz hidrogène, jusqu'à ce que je sois parvenu à un très-petit résidu. Alors, en négligeant ce petit résidu, le nombre respectif des mesures employées donne le rapport du gaz oxigène et du gaz hidrogène. Néanmoins cette détermination, quelque soin qu'on se donne, conserve souvent une légère incertitude; mais pour la quantité de gaz acide carbonique qui se forme, on parvient à une précision telle, qu'en répétant plusieurs fois l'expérience sur une même espèce de gaz, on n'a pas un cinquantième de différence dans les résultats.

J'avois trouvé des différences considérables dans l'hidrogène carboné que j'avois obtenu de différentes opérations (1); mais je me suis assuré que lorsqu'on

(1) *Mémoires de l'Académie*, 1785.

emploie un charbon bien fait, c'est l'époque de l'opération dans laquelle le gaz se dégage, qui est la cause principale de ces différences.

J'ai observé dans mes dernières expériences que lorsqu'on soumet le charbon à la distillation pneumatique, il se dégage une certaine quantité d'eau dans le commencement de l'opération, quoique le charbon dont on se sert soit bien sec ; mais on n'obtient qu'une très-petite quantité d'acide carbonique, et seulement au commencement. Dans toute la suite de l'opération, il n'en paroît plus ; de sorte qu'il ne faut pas confondre les produits qu'on obtient avec ceux que donne l'eau décomposée par le charbon.

Je placerai ici le tableau des quantités d'acide carbonique qu'a produit par sa combustion le gaz du charbon obtenu en dix parties successives, dont chacune est représentée par 100.

1 . .	100 de gaz hidrogène carboné . .	35.5 d'acide carbonique.
2 . .	100	39.5
3 . .	100	35
4 . .	100	10
5 . .	100	10
6 . .	100	17.5
7 . .	100	12.5
8 . .	100	10
9 . .	100	10
10 . .	100	10

Les proportions d'oxigène que chaque partie a exigées ont un peu différé entre elles. Le terme le plus approché que je puisse indiquer est de 60 parties d'oxigène contre

100 d'hidrogène carboné, c'est-à-dire, d'un sixième de plus qu'il n'en faut pour le gaz hidrogène.

Plusieurs expériences comparatives me conduisent à ce résultat, que la quantité d'acide carbonique est d'abord la plus grande, et qu'elle va rapidement en diminuant, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à un gaz qui ne donne plus qu'un dixième de son volume d'acide carbonique ; que la première partie ne fait pas un sixième du total, et que les petites variations qu'on observe dans la progression, dépendent d'un changement dans le degré de chaleur qu'on emploie.

Il résulte de-là que la plus grande partie du gaz hidrogène carboné ne peut donner qu'un dixième de son volume d'acide carbonique : or 10 parties d'acide carbonique supposent, si les mesures sont des pouces cubes, 1.7 gramme de charbon, et 7.5 pouces de gaz oxigène. Sur les 60 de gaz oxigène, il en reste donc à peu près 52 qui ont dû nécessairement être employées à se combiner avec l'hidrogène, c'est-à-dire, avec une quantité correspondante à 104 de gaz hidrogène pur : or 104 de gaz hidrogène pur peseroient à peu près 4 grains. C'est donc 4 grains (0.220 gramme) d'hidrogène, et un peu moins de 2 grains (0.110 gram.) de carbone, que l'expérience prouve exister dans 100 pouces cubes (196.83 centimètres cubes) de gaz hidrogène carboné.

Si donc le gaz hidrogène carboné étoit simplement composé de carbone et d'hidrogène, sa pesanteur spécifique ne seroit à peu près qu'un tiers plus petite que

celle du gaz hidrogène pur; mais quoiqu'on n'ait pas encore des expériences assez précises sur cet objet, on sait cependant par celles qui ont été faites dans le dessein de se servir de ce gaz pour l'usage des aérostats, qu'il a à peu près le tiers de la pesanteur spécifique de l'air atmosphérique : d'où il suit que 100 pouces cubes doivent peser pour le moins 12 grains. On ne peut soupçonner que cette supériorité de pesanteur spécifique sur celle qui est indiquée par les expériences précédentes, soit due à autre chose qu'à une petite portion d'oxigène et d'hidrogène qui se trouvent dans les proportions convenables pour former de l'eau; et je ferai connoître, dans la suite de ces expériences, des gaz dont la composition est indubitablement conforme à cette supposition.

Je conclus de ces considérations, que le charbon ordinaire contient réellement une petite quantité d'oxigène, mais que l'hidrogène y domine considérablement, sur-tout par les propriétés qu'il a comme substance inflammable; que l'oxigène qui est employé dans la combustion du gaz hidrogène ne mesure que la quantité dominante de l'hidrogène, outre le carbone, et que, par une connoissance exacte de la pesanteur spécifique du gaz, on peut ensuite déterminer la proportion d'oxigène et d'hidrogène qui se trouvoient dans le gaz, et qui se sont mutuellement saturés pour former de l'eau dans la combustion.

Cette portion d'oxigène paroît nécessaire pour former cette combinaison ternaire qui prend l'état gazeux, et pour procurer la séparation de l'hidrogène et du car-

bone : de sorte qu'à mesure que l'oxigène diminue dans le charbon que l'on calcine, ainsi que l'hidrogène, la formation du gaz devient plus difficile, et exige plus de chaleur ; que lorsque l'oxigène est épuisé, il ne se forme plus d'hidrogène carboné, et qu'on ne peut plus supposer de quantité appréciable d'oxigène dans le charbon fortement calciné.

Je ferai voir, dans l'article VII, que cet oxigène ne provient pas de la décomposition d'une partie d'eau qu'on pourroit supposer retenue dans le charbon.

ARTICLE V.

Du gaz oléfiant.

Les chimistes hollandais, qui, dans plusieurs travaux faits en société, ont donné des preuves d'une sagacité rare et d'une grande exactitude, ont fait connoître plusieurs espèces de gaz inflammable, en déterminant la pesanteur spécifique de quelques-uns (1). Ces derniers gaz me présentoient un moyen efficace de vérifier l'évaluation que des considérations générales m'avoient fait adopter (article II). Si les résultats qu'elle me donnoit s'accordoient avec la pesanteur spécifique déterminée par ces savans chimistes, j'acquerrois une preuve irrécusable de sa précision.

J'ai donc préparé le gaz qu'ils nomment huileux, et que Fourcroy a appelé avec plus de justesse gaz oléfiant,

(1) *Journal de physique*, an 2.

en employant, comme ils le prescrivent, quatre parties d'acide sulfurique et une d'alcool. Le gaz qui s'est dégagé a été reçu dans l'eau de chaux, qui a formé un précipité assez abondant ; mais ce précipité n'étoit dû qu'au sulfite de chaux, ainsi que je m'en suis assuré ; de sorte que, comme les chimistes hollandois l'ont remarqué, il ne se forme point d'acide carbonique dans cette opération.

Le gaz, bien lavé dans l'eau de chaux et ensuite dans une légère solution alcaline, a été soumis à l'explosion avec le gaz oxigène retiré avec soin du muriate oxigène de potasse, ainsi que tout celui dont je me suis servi. Il résulte de cette épreuve que 100 parties de ce gaz forment 180 parties d'acide carbonique, et en exigent 280 d'oxigène. Il y a donc, selon mon évaluation, 30 grains de carbone dans les 100 mesures de gaz supposées des pouces cubes, et 150 pouces cubes de gaz oxigène employés à former l'acide carbonique. Restent 130 pouces cubes de ce gaz, qui ont servi à former de l'eau. Ils ont exigé l'équivalent de 260 de gaz hidrogène. Or 260 de gaz hidrogène peseroient autant que 20 pouces cubes d'air atmosphérique, ou un peu moins de 10 grains : ce qui me donne, pour la pesanteur spécifique de 100 pouces cubes de ce gaz inflammable, à peu près 40 grains ; et 100 pouces cubes d'air atmosphérique en peseroient 46. La pesanteur spécifique du gaz oléfiant est, selon les chimistes hollandais, à celle de l'air atmosphérique, comme 905 est à 1000 : ce qui coïncide, autant qu'on peut l'attendre d'expériences dans lesquelles il faut toujours accorder quelque chose aux causes d'incertitude.

Cet accord frappant confirme, 1°. que le gaz oléfiant n'est composé que d'hidrogène et de carbone, comme les chimistes hollandais l'avoient conclu de leurs expériences; 2°. il est une première preuve confirmative de l'évaluation à laquelle je me suis arrêté, et qu'on auroit pu regarder jusqu'ici comme une supposition trop peu fondée.

Les chimistes hollandais étoient parvenus, par une méthode qu'ils n'ont pas décrite, à une détermination presque semblable. Selon eux, 100 parties pondérales de gaz oléfiant contiennent de 80 à 74 de carbone, sur 20 à 26 d'hidrogène; et la détermination que j'ai donnée, convertie en parties pondérales, donne 75 de carbone et 25 d'hidrogène.

J'ai soumis à l'épreuve de l'eudiomètre quatre parties de gaz oléfiant et trois d'oxigène; mais les indices de la combustion ont été assez foibles; l'eudiomètre s'est trouvé couvert d'un dépôt charbonneux. Lorsqu'on a ouvert le robinet, au lieu d'une absorption, il s'est fait une dilatation considérable, et le gaz, au lieu d'occuper l'espace de 7 mesures, en a rempli un d'un peu plus de 11 mesures. L'agitation dans l'eau de chaux n'a point laissé apercevoir d'acide carbonique, et n'a pas produit de réduction dans le volume; d'où j'ai présumé qu'il n'avoit pu se former dans la détonation qu'une très-petite quantité d'eau, et que le gaz nouveau étoit une combinaison de la plus grande partie de l'oxigène employé avec l'hidrogène du gaz oléfiant, moins la petite portion d'hidrogène qui avoit brûlé, et du carbone,

moins celui qui s'étoit déposé. Il falloit examiner le gaz dilaté qui devoit me conduire à plusieurs conséquences. 100 mesures de ce gaz dilaté ont donné, par l'explosion avec le gaz oxigène, 50 d'acide carbonique, et ont exigé 75 de gaz oxigène. Elles contenoient donc 8 grains de carbone, auxquels il a fallu 42 mesures de gaz oxigène pour produire l'acide carbonique. Il reste 33 mesures de gaz oxigène pour former de l'eau ; ce qui suppose un peu plus de deux grains d'hidrogène. Telle seroit donc la composition de ce gaz, s'il ne contenoit que du carbone et de l'hidrogène : mais les 100 mesures étoient formées de 63 mesures du mélange de gaz oléfiant et de gaz oxigène, qui avoit subi la dilatation. Or ces 63 parties étoient composées de 36 mesures de gaz oléfiant, et de 27 parties de gaz oxigène.

36 mesures de gaz oléfiant auroient donné 64.8 d'acide carbonique, et les 100 mesures de gaz dilaté n'en ont donné que 50. J'en conclus qu'il s'est déposé sur l'intérieur de l'eudiomètre la quantité de carbone qui auroit produit 14.8 d'acide carbonique. 36 mesures de gaz oléfiant auroient exigé 100.8 mesures de gaz oxigène ; le gaz dilaté n'en a exigé que 75 : mais l'on se rappelle qu'il avoit détoné précisément avec 26 mesures de gaz oxigène, ce qui égale 101.

On retrouve donc ici toutes les quantités qui prouvent que le gaz oléfiant, en se dilatant, s'est combiné avec l'oxigène.

Il est vrai qu'il a dû se former un peu d'eau dans la première détonation ; mais, d'un autre côté, il s'est

déposé du charbon; de sorte que la quantité d'oxigène qu'auroit exigée le carbone précipité, compense celle qui a formé de l'eau.

Il est donc prouvé, par cette expérience, que l'on peut combiner directement l'oxigène avec un hidrogène carboné, et changer par-là sa nature. Le composé de ces trois élémens, que j'ai supposé dans l'article III, n'est donc pas hypothétique; et lorsque la pesanteur spécifique se trouve plus grande que celle qui résulte de l'hidrogène et du carbone, dont l'expérience a déterminé la quantité, on est fondé à supposer dans cette espèce de gaz une proportion d'oxigène et d'hidrogène que cette pesanteur spécifique exige, comme je l'ai fait, article IV.

Une observation que nous avons faite constamment, c'est que les gaz dans lesquels il n'existe pas d'oxigène donnent une lumière blanche en détonant avec l'oxigène, et que ceux, au contraire, qui contiennent une proportion un peu forte d'oxigène, en donnent une bleue; ce qui sert à expliquer les feux de couleur qu'on a vu produire par la combustion de différens gaz.

Le gaz oléfiant, passé à travers un tube de verre rougi, m'a présenté toutes les apparences décrites par les chimistes hollandais, c'est-à-dire, dépôt charbonneux et d'un peu d'huile noire dans le tube; dépôt d'une fumée charbonneuse dans le récipient, mais point d'acide carbonique : il a éprouvé une très-légère dilatation dans son volume. Je devois donc m'attendre à y trouver moins d'hidrogène et moins de carbone. Je n'ai pu déterminer

qu'avec quelque incertitude la proportion d'oxigène absorbée par la combustion, parce que, malgré les précautions prises, il s'étoit mêlé dans l'opération une petite portion d'air atmosphérique : cependant celle qui suit approche beaucoup de la réalité.

100 mesures de ce gaz exigent 140 d'oxigène, et donnent 70 d'acide carbonique, qui supposent 11 grains de carbone.

59 d'oxigène sont employées par l'acide carbonique.

Restent pour l'hidrogène 81, qui supposent 6 grains d'hidrogène.

Les 100 mesures sont donc composées de 11 de carbone et de 6 d'hidrogène ; de sorte que le gaz oléfiant, en passant à travers le tube rougi, a perdu l'équivalent de 19 de carbone et de 4 d'hidrogène, et a acquis nécessairement une légèreté spécifique beaucoup plus grande.

ARTICLE VI.

Du gaz retiré de l'alcool, de l'huile et du sucre.

Les chimistes hollandais ont encore fait connoître un gaz inflammable qu'on retire en faisant passer l'alcool à travers un tube de verre rougi ; ils ont reconnu qu'il n'étoit dû qu'à la combinaison de l'hidrogène et du carbone, dont ils n'ont pas établi les proportions ; mais ils ont déterminé sa pesanteur spécifique, qui est de 0.436.

100 mesures de ce gaz ont exigé 140 mesures d'oxi-

gène ; il en est résulté 90 d'acide carbonique : donc elles contenoient 15 de carbone, qui ont consumé 75 de gaz oxigène. Il est resté 65 de gaz oxigène, qui ont saturé un peu moins de 5 parties pondérales d'hidrogène. Ce gaz est donc composé de 15 de carbone et de 5 d'hidrogène, en supposant qu'il ne contienne point d'autres substances. Or 100 pouces cubes pesant 20 grains donnent, avec la plus grande approximation, la pesanteur spécifique indiquée par les chimistes hollandais : d'où je conclus que le gaz retiré de l'alcool a réellement la composition que je viens de déterminer, et j'en recueille une nouvelle confirmation de la justesse de l'évaluation que j'ai adoptée.

Les chimistes hollandais tirent cette conclusion générale des essais qu'ils ont faits sur les parties élémentaires des différens gaz qui sont l'objet de leur mémoire : *Il n'y a presque pas de différence dans la proportion des parties composantes, si on prend des poids égaux, et par conséquent le volume de ces espèces de gaz et leur pesanteur spécifique diffèrent beaucoup, sans que la proportion des parties composantes en poids varie de la même manière.*

Les épreuves que je viens de donner du gaz oléfiant et de celui de l'alcool confirment cette conséquence ; mais il faudroit pas l'appliquer aux gaz plus composés.

J'avois éprouvé en 1785 que l'on retiroit de l'huile un gaz inflammable qui donnoit, par sa combustion, une grande quantité d'acide carbonique ; j'ai repris ces expériences, en y apportant une nouvelle exactitude. J'ai

éprouvé que ce gaz différoit un peu, selon l'époque de la distillation de l'huile. Celui qui se dégage dans le commencement contient un peu moins de carbone que celui qu'on obtient sur la fin, dans le rapport de 16 à 17, et il exige un peu plus d'oxigène; de sorte qu'il contient une proportion un peu plus grande d'hidrogène, et plus petite de carbone. C'est sur le premier qu'ont été faites les épreuves dont je vais présenter le résultat.

100 mesures de ce gaz en exigent d'oxigène..	190
Acide carbonique produit.	160
Gaz oxigène employé dans l'acide carbonique	134
Employé avec l'hidrogène	56
Donc 26 de carbone, 5 d'hidrogène.	
Total des parties composantes . . .	31 grains.

Ayant fait une explosion dans un mélange de quatre mesures de ce gaz et de trois mesures de gaz oxigène, la détonation a été assez foible, et le phénomène que j'avois observé avec le gaz oléfiant s'est renouvelé : il s'est fait une dilatation qui a élevé le gaz à dix mesures; mais il ne s'est point déposé de charbon, et, par l'agitation dans l'eau de chaux, il s'est fait une absorption qui a troublé l'eau de chaux, et qui a été à peu près de 0.4 de mesure, ou de 10 sur 100 du gaz inflammable.

Il falloit retrouver dans ce gaz dilaté les parties élémentaires du gaz primitif, à part celles de l'acide carbonique qui s'étoit formé dans la détonation.

100 mesures du gaz dilaté ont exigé d'oxigène.. 50
Acide carbonique produit 60
Oxigène de l'acide carbonique 50
Donc de carbone 10

Il ne se trouve point d'oxigène pour l'hidrogène, auquel a dû servir celui qui avoit été préalablement combiné ; mais l'existence de l'oxigène dans ce gaz est prouvée par-là même : car, si l'on ne vouloit pas l'y reconnoître, il faudroit admettre que ce gaz n'est que du carbone pur.

Les 100 mesures résultoient de 40 mesures de gaz primitif, et de 30 de gaz oxigène, à part la diminution qui s'est faite par la première détonation, et qui est de quatre mesures d'acide carbonique.

Ces 40 mesures de gaz primitif auroient exigé pour leur combustion 76 mesures de gaz oxigène ; les 100 mesures de gaz dilaté, d'une part, en ont exigé 50 ; d'autre part, elles en avoient consumé 30 : ce qui feroit 80 mesures de gaz oxigène. Mais, si l'on se rappelle que ce gaz dilaté avoit été diminué de quatre mesures par l'absorption d'un pareil volume d'acide carbonique, dont il faut faire la soustraction, on trouve qu'il n'y a entre les résultats des deux épreuves qu'une différence de deux mesures de gaz oxigène.

Si l'on considère dans l'un et l'autre produit la quantité d'acide carbonique, en faisant les corrections nécessaires, on a un rapprochement semblable ; de sorte que les résultats de l'épreuve faite immédiatement sur le gaz primitif, ou sur ce gaz dilaté par une combinaison

d'oxigène qu'on y a d'abord introduit, coïncident avec toute la précision qu'on peut se flatter d'obtenir dans les expériences chimiques.

Si l'on pouvoit soupçonner que je prête à la précision des expériences, on pourroit se convaincre facilement, en répétant quelques-unes de celles que je présente sans restriction, que ce genre d'analyse a une exactitude qu'on trouveroit difficilement dans d'autres, et qui peut le rendre très-avantageux pour plusieurs recherches qui échappent aux autres moyens, sur-tout lorsqu'on peut en combiner le résultat avec la pesanteur spécifique.

J'ai diminué la proportion du gaz oxigène que j'avois employée dans l'expérience précédente, dans le dessein de voir si ce gaz ne précipiteroit pas alors du charbon comme le gaz oléfiant; mais il n'y a pas eu de détonation.

Les expériences précédentes font voir que le gaz retiré de l'huile que je désigne par le nom de *gaz huileux*, a de grands rapports avec le gaz oléfiant : ils diffèrent principalement en ce que le premier contient une plus grande quantité d'hidrogène; et de-là vient que lorsqu'on fait détoner celui de l'huile dans la proportion de quatre parties contre trois d'oxigène, il se forme un peu d'acide carbonique, pendant qu'avec le gaz oléfiant il se produit un peu d'eau. Je n'ai pas besoin de remarquer qu'en faisant varier les proportions, on feroit varier les résultats.

On retire dans la distillation du sucre un gaz qui m'a donné les produits suivans.

100 mesures exigent 70 mesures d'oxigène.

Leur détonation produit 90 mesures d'acide carbonique, qui auroient exigé 75 de gaz oxigène.

Donc 15 de carbone.

Il manque donc cinq mesures de gaz oxigène pour fournir à la formation de tout l'acide carbonique. Il en contient donc; et ce qui le confirme, c'est la grande analogie qui se trouve entre sa composition et ses propriétés, et celles du gaz huileux dilaté. Il paroît n'en différer que par une plus grande proportion de carbone; il détone avec une flamme bleue, comme les gaz qui contiennent beaucoup d'oxigène, et il paroît avoir une pesanteur spécifique considérable; mais il m'a manqué de pouvoir la déterminer, pour faire une analyse exacte de ce gaz.

ARTICLE VII.

Du gaz obtenu de la décomposition de l'eau par le charbon.

Lorsqu'on décompose l'eau par le charbon dans l'expérience fameuse que l'on doit à Lavoisier et à Meusnier (1), on obtient un gaz hidrogène carboné, qui est mêlé avec une quantité correspondante d'acide carbonique, et qu'il ne faut pas confondre par conséquent avec celui qu'on retire en exposant le charbon seul à l'action de la chaleur.

(1) *Mémoires de l'Académie*, 1781, p. 468.

Ce gaz m'a donné les résultats suivans :

100 parties ont exigé . . .	70	parties d'oxigène.
Et ont donné	28	d'acide carbonique.
Donc elles contenoient un peu moins de	5 gr.	de carbone.
	4 gr.	d'hidrogène.

Lavoisier et Meusnier ont déterminé la pesanteur spécifique de ce gaz à 0.128 le pouce cube ; mais ils préviennent qu'il étoit mêlé avec une petite quantité de gaz azote et d'acide carbonique ; de sorte que les 9 grains par 100 pouces cubes doivent donner à peu près sa pesanteur spécifique, ou que s'il contient quelqu'autre principe, la quantité doit en être très-petite.

Je rappellerai encore l'inadvertance dans laquelle je suis tombé (1), en attribuant à la décomposition de l'eau le gaz inflammable qu'on obtient du charbon qu'on pousse au feu, parce que j'avois perdu de vue que lorsqu'on retiroit ce gaz, il ne se dégageoit point d'acide carbonique, ou que du moins il ne s'en dégageoit qu'une très-petite quantité dans le commencement de l'opération ; de sorte que celui qu'on obtient dans la suite est tout-à-fait indépendant de la décomposition de l'eau.

100 mesures du gaz qu'on obtient en poussant le charbon sec au feu, contiennent, selon l'analyse que j'en ai donnée, article IV, l'équivalent de 104 mesures de gaz hidrogène, qui est dépourvu d'oxigène, et qui

(1) *Mémoires de l'Académie*, 1785.

l'attend pour se combiner avec lui. Que seroit devenu l'oxigène de l'eau, puisqu'il ne s'est pas formé d'acide carbonique ? Dira-t-on que le charbon l'a retenu ? Mais alors en poussant le charbon au feu jusqu'à ce qu'il ne donne plus de gaz, il est facile de voir que l'oxigène formant à peu près les cinq sixièmes de l'eau, le résidu du charbon ne devroit plus être que de l'oxigène.

Je n'insisterai pas davantage sur cet objet : cette réflexion me paroît suffire.

Mais outre l'hidrogène dominant, le gaz retiré du charbon contient une petite quantité d'oxigène et d'hidrogène dans la proportion qui forme l'eau : on pourroit conjecturer que cette partie est due à l'eau qui est retenue dans le charbon, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz hidrogène carboné. Pour déterminer si cette conjecture étoit fondée, on a pris du charbon fortement calciné, on l'a humecté, et tenu pendant douze heures dans un vase fermé ; après cela, on l'a desséché avec du papier non collé, et tout de suite on l'a soumis à la distillation pneumatique : il a passé de l'eau dans le commencement, et après cela il ne s'est dégagé qu'une petite quantité de gaz hidrogène carboné, accompagné d'une proportion considérable d'acide carbonique : une forte chaleur n'a plus rien produit. On voit donc que l'eau a abandonné le charbon dans le commencement de l'opération ; qu'une petite partie seulement a été assez fortement retenue pour pouvoir être décomposée par le charbon, comme lorsqu'on la fait passer à travers un

tube rougi qui contient du charbon, et que sa décomposition a été accompagnée d'une production proportionnelle d'acide carbonique : d'où je conclus que l'oxigène qui existe dans le gaz hidrogène carboné ne tire pas son origine de l'eau qui vient de se décomposer ; mais qu'il avoit été laissé dans la carbonisation, ou qu'il a été absorbé par le charbon après cette opération : on ne peut excepter que celui qui se dégage au commencement et en même temps que l'acide carbonique.

ARTICLE VIII.

Du gaz retiré par le moyen de l'oxide de zinc et du carbonate de barite.

J'AI soumis à la distillation pneumatique l'oxide de zinc, 1°. avec le charbon fortement calciné ; 2°. avec le charbon non calciné ; 3°. avec le même charbon qui avoit été soumis seul à une distillation préliminaire. J'ai employé dans ces opérations quatre parties d'oxide de zinc, et seulement une de charbon, pour éviter l'influence d'une partie de charbon surabondante à la réduction. Enfin j'ai fait une opération avec poids égaux d'oxide de zinc et de charbon fortement calciné.

En recevant en plusieurs portions séparées le gaz obtenu avec le charbon calciné, la proportion d'acide carbonique, sur 100 mesures de chacune, a été ainsi

qu'il suit, et plusieurs opérations ont donné des résultats analogues.

1. . . .	100 de gaz . . .	68	d'acide carbonique.
2. . . .	100	75	
3. . . .	100	90	
4. . . .	100	97	

Toutes les parties qui ont suivi ont donné cette même proportion d'acide carbonique (1).

Pour la quantité d'oxigène qui a été absorbée dans chaque opération, il y a eu quelque inégalité. Dans un petit nombre, 100 parties n'ont exigé que 50 d'oxigène; quelquefois il en a fallu jusqu'à 60; le plus souvent 55. C'est le gaz obtenu dans le commencement qui en demande ordinairement le plus, et celui obtenu sur la fin, qui en exige la plus petite quantité. Néanmoins je négligerai cette différence, et je m'arrêterai au nombre 55.

Le charbon non calciné a donné la série suivante :

1. . .	100 de gaz hidrogène . . .	40	d'acide carbonique.
2. . .	100	37	
3. . .	100	30	
4. . .	100	37	
5. . .	100	65	
6.		72	
7.		82	

Comme j'allois rentrer dans les nombres ordinaires, j'ai

(1) L'acide rouge de plomb, exposé préliminairement à une forte chaleur, et traité avec le charbon calciné, m'a donné, outre beaucoup d'acide carbonique, un gaz inflammable qui a exigé 50 d'oxigène, et a produit 90 d'acide carbonique.

cessé l'opération, et j'ai trouvé une assez grande quantité de zinc réduit, quoique la chaleur eût été peu considérable relativement à celle qu'exige le charbon calciné.

En considérant la série que je viens de présenter, on voit que les trois premières parties qui se sont dégagées à une très-foible chaleur, ont été telles que si le charbon eût été seul; mais au lieu que la proportion d'acide carbonique seroit allée en diminuant sans la présence de l'oxide de zinc, elle s'accroît progressivement et se rapproche bientôt de celle qu'on obtient en employant le charbon calciné. Cependant la réduction du zinc fait aussi des progrès.

50 grammes de charbon ont été exposés à l'action de la chaleur; ils ont donné 4500 centimètres cubes de gaz, et ils ont perdu 6 grammes de leur poids, dont une partie est due à l'eau et à l'acide carbonique qui se dégagent au commencement : ils auroient pu en perdre près du double, si on les eût poussés à la plus forte chaleur, et ils auroient continué de ne donner jusque-là que du gaz hidrogène carboné peu chargé de carbone. Ce charbon contenoit donc encore beaucoup d'hidrogène.

On en a pris immédiatement 6 grammes qu'on a traités avec 24 grammes d'oxide de zinc : on en a retiré 5550 centimètres cubes de gaz, à un degré de chaleur qui n'a pas passé sensiblement celui auquel le charbon, dans l'opération précédente, avoit presque cessé de laisser dégager du gaz.

A part une très-petite portion du gaz produit par le

mélange de l'oxide de zinc et de ce charbon, qui s'est dégagée au commencement, toutes les autres ont été semblables au gaz qu'on auroit obtenu en se servant du charbon fortement calciné.

Si j'applique au gaz retiré de l'oxide de zinc et du charbon la méthode que j'ai suivie pour les autres, il contient, sur 100 pouces cubes, 15 à 16 grains de carbone, lesquels exigent 82 d'oxigène; mais il ne lui en faut pour sa combustion que 55. Il faut donc qu'il ait reçu de l'oxide de zinc tout l'oxigène qui est nécessaire pour opérer la combinaison du reste du carbone et de l'hidrogène, comme nous l'avons vu dans le gaz retiré de l'huile et dilaté par une combinaison préalable d'oxigène, et dans le gaz du sucre. Pour déterminer ses autres élémens, il faudroit connoître sa pesanteur spécifique, qu'il n'a pas encore été en mon pouvoir de constater.

Examinons à présent l'opinion qui a été proposée sur la composition de ce gaz.

On prétend que c'est l'acide carbonique saturé de carbone, c'est-à-dire, un acide volatil qui est rendu plus volatil par sa combinaison avec une base très-fixe, et qui, par cette combinaison, acquiert une légèreté spécifique plus grande même que celle du gaz d'oxigène.

En supposant que l'oxigène ne serve dans la détonation qu'à brûler du carbone, la première portion qu'on retire, même en se servant de charbon calciné, et qui ne donne que 75 d'acide carbonique, dont 55 d'oxigène employé, auroit formé par la combustion 64 parties, seroit composée de 9 pouces cubes d'acide carbonique,

et de plus de 10 grains de carbone ; et celui qu'on retire en beaucoup plus grande quantité dans le reste de l'opération, et qui donne 97 d'acide carbonique, seroit composé de 33 pouces cubes d'acide carbonique, et d'un peu plus de 10 grains de carbone (1).

J'ai fait voir dans une expérience précédente que le charbon qui n'avoit pas perdu un huitième de son poids par la distillation, avoit ensuite produit avec l'oxide de zinc une grande quantité de gaz qui, à part une très-petite partie qui se dégage au commencement, est parfaitement semblable à celui qu'on obtient en se servant d'un charbon fortement calciné : ce charbon contenoit évidemment encore une grande quantité d'hidrogène. Qu'est devenu cet hidrogène, dans la supposition que l'on fait, s'il n'est pas entré dans la composition du gaz qui s'est dégagé? On convient, et je m'en suis encore assuré, qu'il ne se forme pas de quantité appréciable d'eau : est-il resté dans le charbon, qui ne céderoit que son carbone, et qu'il faudroit supposer après cela changé en hidrogène pur? J'insiste sur cette observation, parce qu'elle me paroît décisive.

Que devient l'hidrogène du charbon non calciné,

---

(1) Selon les citoyens Desormes et Clément, le gaz oxide de carbone peut contenir de 46 jusqu'à 52 de carbone sur 100 : d'où il résulte, en admettant leur évaluation des élémens de l'acide carbonique, que 48 parties pondérales d'oxigène, auxquelles il n'en faudroit que 19 de carbone pour produire l'acide carbonique, peuvent tenir en dissolution 52 de carbone pour former le gaz d'oxide de carbone ; et cependant ce gaz auroit une pesanteur spécifique inférieure même à celle du gaz oxigène.

lequel, après avoir donné une partie peu considérable de gaz semblable à celui qu'on en retire lorsqu'il est seul, peut en fournir, après cela, une grande quantité qui est pareil à celui qu'on obtient par le moyen du charbon calciné?

Mais je rentre dans la voie que m'ont tracée les expériences que j'ai décrites.

Lorsqu'on traite le charbon avec l'oxide de zinc, on combine l'oxigène avec l'hidrogène et le carbone, comme je l'ai fait directement en faisant détoner quatre parties de gaz oléfiant ou de gaz tiré de l'huile avec trois parties d'oxigène : on obtient par cette combinaison de l'oxigène tiré du zinc un gaz qui a la plus grande analogie, soit dans ses propriétés, soit dans sa composition, avec celui principalement qui est formé par le moyen du gaz retiré de l'huile ; et si au lieu de volumes on prenoit des poids égaux, il y a grande apparence qu'on trouveroit à peine quelque différence dans leurs produits.

Le gaz retiré par le moyen du zinc a une telle ressemblance avec celui du sucre, qu'on ne pourroit pas les distinguer par les symptômes de leur combustion, et ils produisent à peu près la même quantité d'acide carbonique.

Ne devroit-on pas inférer de-là, si d'autres considérations ne le prouvoient déja incontestablement, que le charbon fortement calciné est encore une combinaison de carbone et d'hidrogène? Mais comme la proportion de l'hidrogène y est plus petite que dans le charbon

ordinaire, celui-ci opère la réduction d'un oxide plus facilement, et à un degré de chaleur beaucoup moins considérable que le charbon calciné.

Dans l'expérience qui a été faite avec poids égaux de charbon calciné et d'oxide de zinc, j'ai obtenu les mêmes résultats que dans les expériences précédentes, si ce n'est que dès le commencement de l'opération jusqu'à la fin, le gaz a été uniforme, et qu'il a donné avec la même proportion d'oxigène $\frac{1}{40}$ de plus en acide carbonique.

Le gaz qui a été retiré du mélange de carbonate de barite et de charbon fortement calciné, et que le citoyen Desormes nous a fait connoître, m'a donné,

Sur 100 parties . . . . . 111 d'acide carbonique.
Et a consumé . . . . . 70 parties d'oxigène.
Ce qui prouve qu'il contient 17 grains de carbone.

Les 70 mesures d'oxigène n'auroient pu former qu'environ 62 parties d'acide carbonique.

Quoique ce gaz soit analogue à celui qu'on obtient par le moyen de l'oxide de zinc, on voit cependant qu'il est un peu plus inflammable, puisqu'il exige 70 parties d'oxigène au lieu de 55 : il contient un peu plus de carbone, et il y a apparence qu'il contient plus d'oxigène et plus d'hidrogène. Sa pesanteur spécifique, qui doit être plus grande, fera mieux connoître les différences qui le caractérisent.

Conclusion.

Je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes des observations contenues dans ce mémoire.

1°. Dans toute production d'acide carbonique par le charbon qui brûle dans le gaz oxigène, il se forme de l'eau à laquelle cet acide doit une partie de son poids et de son volume.

2°. Le charbon est une combinaison de carbone et d'hidrogène : il contient une petite quantité d'oxigène : il perd, par l'action seule de la chaleur, l'oxigène et une certaine proportion d'hidrogène et de carbone : après la calcination, il doit être considéré comme une combinaison de carbone, et d'une plus petite proportion d'hidrogène tellement retenu par l'affinité du carbone, que l'action de la chaleur ne peut l'en séparer, à moins qu'on introduise de l'oxigène.

La quantité d'oxigène contenue dans le charbon pourroit être évaluée, en recevant dans un vase tout le gaz qu'il peut donner par la plus forte chaleur, et en déterminant la pesanteur spécifique de ce gaz, et la quantité de carbone et d'hidrogène qu'il contient.

3°. L'hidrogène, le carbone et l'oxigène, mis en présence, ne forment pas seulement deux combinaisons, l'eau et l'acide carbonique, comme on l'a cru ; mais, dans plusieurs circonstances, au lieu de se séparer en ces deux combinaisons, ils en forment une ternaire, qui est une espèce de gaz inflammable.

Nous trouvons ici une grande analogie entre la composition de ce gaz et celle des substances végétales : mais comme on ne dit pas que l'eau et l'acide carbonique sont tout formés dans ces substances composées de différentes proportions de carbone, d'oxigène et d'hidrogène, il ne convient pas plus de dire qu'ils le sont dans le gaz ternaire.

4°. Il faut distinguer deux espèces de gaz inflammable carboné ; l'une qui ne contient que de l'hidrogène et du carbone, et l'autre qui est formée d'hidrogène, de carbone et d'oxigène.

A la première appartiennent le gaz oléfiant, celui qui provient de ce gaz qu'on fait passer à travers un tube rougi, celui qu'on retire de l'alcool et de l'huile, et probablement celui qui provient de la décomposition de l'eau par le charbon.

A la seconde appartiennent le gaz retiré du charbon par l'action de la chaleur, celui qui est retiré par la détonation du gaz huileux et du gaz oléfiant avec une petite proportion d'oxigène, le gaz retiré du sucre, celui qu'on obtient par le moyen des oxides métalliques et du charbon, et celui que donne le carbonate de barite avec le charbon. Comme ce gaz est formé de trois élémens, il est vraisemblable qu'il présentera beaucoup plus de variétés que le premier.

Les gaz de la première espèce diffèrent beaucoup par leur pesanteur spécifique, depuis le gaz retiré de la décomposition de l'eau par le charbon, jusqu'au gaz oléfiant ; et ceux de la seconde, depuis le gaz retiré du

charbon par l'action de la chaleur, jusqu'à celui qu'on obtient par le moyen du carbonate de barite.

Il me paroît avantageux de désigner ces deux espèces de gaz dans la nomenclature, en appelant la première gaz hidrogène carboné, et la seconde, gaz hidrogène *oxicarboné*. Pour le gaz d'oxide de carbone, il ne paroît être qu'une supposition.

5°. Les gaz hidrogènes carbonés deviennent oxicarbonés, lorsque l'on combine avec eux une portion d'oxigène, ainsi qu'on l'a vu avec le gaz oléfiant et avec celui qui est retiré de l'huile. On donne aussi naissance au gaz oxicarboné, lorsqu'on met de l'oxigène en présence du charbon à une haute température, comme on le fait dans la réduction de l'oxide de zinc. Dans l'un et l'autre cas, la combinaison ternaire se forme dans des proportions déterminées par les circonstances. L'expérience intéressante du citoyen Thénard (1) fait voir qu'elle se forme encore, lorsque l'on présente l'acide carbonique au charbon exposé à une haute température : il s'établit alors une nouvelle combinaison plus saturée de carbone, au moyen de l'hidrogène du charbon et de l'eau qui est contenue dans l'acide carbonique; et c'est une nouvelle analogie avec un phénomène connu de la végétation, dans laquelle l'acide carbonique est décomposé par le concours de l'action de l'hidrogène de l'eau et de la lumière.

---

(1) Les citoyens Desormes et Clément ont décrit dans leur mémoire une expérience semblable.

J'ai, depuis la rédaction de ce mémoire, examiné le gaz qui se dégage en décomposant par le charbon le sulfate de potasse préalablement séché à une forte chaleur : le charbon étoit médiocrement calciné. Il s'est dégagé beaucoup de gaz qui, dans le commencement, contenoit une proportion considérable d'acide carbonique, et qui, sur la fin, n'en a presque pas donné d'indice. Malgré cette différence, le gaz inflammable qui a été produit dès le commencement jusqu'à la fin, étoit uniforme ; il a exigé sur 100 parties, 50 d'oxigène, et il a produit 100 d'acide carbonique. On voit donc que ses produits sont presque entièrement semblables à ceux qu'on obtient par le moyen de l'oxide de zinc ; mais il en diffère par la circonstance de l'acide carbonique, qui accompagne sa production dans une grande partie de l'opération, et qu'on remarque aussi dans plusieurs réductions métalliques. La circonstance qui décide dans quelques cas la formation de l'acide carbonique, et dans d'autres celle du gaz hidrogène oxicarboné, paroît relative à la température à laquelle chaque réduction peut s'opérer.

ADDITION
AUX
OBSERVATIONS
SUR LE CHARBON
ET LES HIDROGÈNES CARBONÉS,

Par le citoyen BERTHOLLET.

Lu le 6 thermidor an 9.

LE citoyen Guyton prévint la classe, dans la dernière séance, que M. Cruikshank avoit publié des expériences sur la réduction des oxides métalliques par le charbon, dont on trouvoit l'extrait dans le journal Britannique.

La lecture de cet extrait m'a prouvé que M. Cruikshank avoit atteint le but qu'il s'étoit proposé, de répondre aux objections du célèbre Priestley contre la doctrine antiphlogistique, et qu'à lui appartenoit l'honneur d'avoir le premier éclairé cet objet, qui est d'un grand intérêt pour la théorie. Je ferai cependant remarquer les principales différences qui se trouvent entre ses résultats et ceux que j'ai présentés.

1°. M. Cruikshank admet dans toutes ses expériences, excepté dans une seule, la formation de l'eau qu'il a

vue se déposer, et, dans le tableau de ses résultats, il détermine la proportion de l'hidrogène avec le carbone dans le gaz obtenu des oxides métalliques, à une partie pondérale contre 7 de carbone.

Je n'ai qu'une petite différence avec M. Cruikshank dans cette proportion, et cette différence provient de deux causes. La première et la principale, c'est qu'il a négligé l'eau que j'ai fait voir être tenue en dissolution dans l'acide carbonique ; la seconde dépend probablement de ce que j'ai fait mes détonations avec l'attention qu'il se trouvât toujours un excès considérable d'oxigène, pour que la combustion pût s'opérer complétement. De-là vient que j'ai eu constamment une plus grande proportion de gaz oxigène consumé ; mais comme j'ai eu en même temps une plus grande proportion d'acide carbonique formé avec les gaz analogues, cette différence affecte peu les proportions d'hidrogène.

2°. La seule expérience dans laquelle Cruikshank n'a pas observé une production d'eau, est celle dans laquelle il a décomposé l'acide carbonique du carbonate de chaux ; et il résulte de ce que j'ai établi dans mon mémoire, qu'il n'a point dû en apercevoir dans ce cas. Je vais, pour le prouver, appliquer le calcul dont je me suis servi pour les autres gaz, à celui qui m'a donné le plus d'acide carbonique dans la réduction des oxides métalliques, et qui est parfaitement analogue au gaz dont la combustion n'a point présenté d'eau à Cruikshank. C'est celui que j'ai retiré, en traitant l'oxide de zinc avec poids égal de charbon fortement calciné. Il a

donné 100 pouces cubes d'acide carbonique, et il a exigé 50 pouces cubes de gaz oxigène ; d'où il suit qu'en lui appliquant la pesanteur spécifique que Cruikshank attribue au sien, c'est-à-dire, en la supposant, avec celle de l'air atmosphérique, dans le rapport de 22 à 23, ou de 956 à 1000, que 100 pouces cubes de ce gaz sont composés de 26 grains (1.437 gramme) d'oxigène, de 16 grains (0.884 gramme) de carbone, et de 1.7 grains (0.094 gramme) d'hidrogène, ou de l'équivalent de 42 pouces cubes de gaz hidrogène ; de sorte qu'il n'a pu se former que 10 grains (0,552 gramme) d'eau ; et c'est précisément la quantité que l'acide carbonique tient en dissolution dans une température ordinaire.

3°. Cruikshank établit comme un principe général que les gaz, dans la composition desquels entre de l'oxigène, ont une pesanteur spécifique plus grande que les hidrogènes carbonés. Je me bornerai à remarquer que le gaz oléfiant, qui est un hidrogène carboné, a une pesanteur spécifique à peu près égale à celle du gaz le plus pesant parmi ceux qu'il appelle oxides gazeux de carbone, et que le gaz dilaté qui provient de la combinaison de l'oxigène avec ce premier gaz qui dépose du charbon, a nécessairement une légèreté spécifique beaucoup plus grande, quoiqu'il soit alors de l'espèce des oxides gazeux de carbone. Il est donc manifeste qu'on ne peut rien conclure de la pesanteur spécifique relativement à la distinction générique des gaz inflammables composés.

4°. De ce que l'alcool donne un gaz hidrogène carboné, Cruikshank en conclut que l'alcool ne contient probablement point d'oxigène; mais il n'auroit pas tiré cette conclusion, s'il eût examiné tous les produits de l'opération. Lorsqu'on reçoit dans l'eau le gaz hidrogène carboné qui se dégage alors, celle-ci se charge d'un acide d'une saveur agréable, et qui approche probablement de l'acide acéteux; de sorte que l'expérience prouve, au contraire, que l'alcool contient de l'oxigène.

Il me reste à faire observer combien l'expression d'oxide gazeux de carbone, dont s'est servi Cruikshank, est impropre pour désigner les qualités du gaz inflammable qui contient de l'oxigène.

Le savant physicien auquel nous devons la connoissance du travail de Cruikshank s'est déja élevé contre cette dénomination, qui suppose que le gaz désigné ne contient point d'hidrogène. Je vais présenter ses réflexions, qui me paroissent très-justes.

« Comment se fait-il, s'il n'y a point de gaz hidro-
» gène dans cet oxide gazeux, que sa pesanteur spéci-
» fique soit moindre que celle de l'air atmosphérique?
» L'oxigène pur est plus pesant que cet air : son union
» avec le carbone le rendroit-elle plus léger? Cela est
» peu probable, à moins que le carbone n'augmente
» beaucoup son volume. On pourroit s'en assurer par
» expérience. »

Les expériences de Cruikshank prouvent elles-mêmes que ce gaz a toujours contenu de l'hidrogène, excepté

une seule, et j'ai fait voir que, dans cette expérience, le produit de l'hidrogène avoit dû être déguisé par sa dissolution dans l'acide carbonique. Il est donc manifeste que, pour tous les autres gaz, ce savant a réellement admis de l'hidrogène; mais que, n'ayant en vue que de détruire les difficultés élevées par Priestley, il n'a cherché qu'à distinguer des hidrogènes carbonés ordinaires, ceux qu'il avoit si bien examinés. Ainsi, en rendant à ses expériences toute la justice qui leur est due, et en attendant qu'on puisse juger les petites différences qui se trouvent dans nos résultats, je lui ferai observer que la dénomination dont il s'est servi peut conduire à des idées fausses sur la substance qu'elle désigne, parce que celle-ci contient essentiellement de l'hidrogène.

Il peut paroître surprenant que j'insiste sur cet objet, après ce que j'ai établi sur la proportion d'hidrogène, que je ne fixe qu'à 1.7 grain sur 100 pouces cubes du gaz retiré de l'oxide de zinc, avec poids égal de charbon calciné : mais, premièrement, ce gaz occupe l'une des places les plus élevées dans la série de ceux qui contiennent de l'oxigène, et il en est d'autres qui appartiennent à la même classe, et qui contiennent beaucoup moins d'oxigène et plus d'hidrogène. En second lieu, dans celui-là même, cette petite quantité d'hidrogène exerce toute la puissance qui produit 10 grains d'eau, et qui équivaut peut-être à celle qu'exercent les 16 grains de carbone. C'est cette puissance, égale à celle de 42 pouces

cubes de gaz hidrogène pur, qui fait rentrer dans l'ordre des phénomènes dont on conçoit bien la cause, la volatilité de cette combinaison et sa pesanteur spécifique, moins grande que celle du gaz oxigène même. Enfin, l'existence de l'hidrogène, dans ce cas, est liée à une connoissance exacte de la composition du charbon et de tous les phénomènes auxquels il contribue.

SECONDE SUITE DES OBSERVATIONS SUR LE CHARBON ET LES HIDROGÈNES CARBONÉS;

Par le citoyen BERTHOLLET.

Lu le 16 thermidor an 9.

LE citoyen Hassenfratz a lu, dans la dernière séance, un mémoire qui étoit remarquable, 1°. parce qu'il donnoit un moyen facile de s'assurer de la production de l'eau par la combustion du charbon même fortement calciné; 2°. par l'annonce d'un gaz nouveau qu'il a nommé gaz oxide carboneux, pour le distinguer du gaz oxide carboné, et qui, selon lui, n'est point inflammable, n'entretient pas la lumière, est composé, comme ce dernier, d'acide carbonique, mais d'une moindre proportion de carbone, et a une pesanteur spécifique moyenne entre celle du gaz azote et du gaz oxigène (1);

(1) Le citoyen Hassenfratz avoit annoncé précédemment à l'Institut qu'il se formoit, dans l'expérience dont il a ensuite donné des détails, du gaz *oxide*

3°. par les applications qu'il a faites de ce nouveau gaz à l'explication des expériences de Lavoisier sur la formation de l'acide carbonique : je me suis empressé de répéter ses expériences.

J'ai donc, pour me conformer au procédé indiqué, rempli une vessie de gaz oxigène, et j'ai fait passer ce gaz à travers un tube très-rouge qui étoit luté avec soin dans la partie exposée à la chaleur : ce tube contenoit du charbon fortement calciné. Le citoyen Gay-Lussac et moi, nous avons vu, ainsi que l'a annoncé le citoyen Hassenfratz, une quantité remarquable d'eau se déposer au commencement de l'opération dans l'extrémité du tube, et le gaz qui s'est dégagé formoit un nuage épais dans le vase dans lequel on le recevoit ; de sorte qu'il déposoit encore de l'eau en se refroidissant.

Tout le gaz qui s'est dégagé a été uniforme dans toute l'opération, à part des nuances si foibles, qu'elles ne méritent pas d'être remarquées. Ce gaz agité avec l'eau n'a laissé absorber qu'une petite quantité d'acide carbonique ; après cela l'eau de chaux en a séparé à peu près le dixième de son volume : ainsi disposé, il brûloit exactement comme celui qu'on obtient des oxides métalliques par le charbon. 100 mesures de ce gaz ont formé par la détonation avec le gaz oxigène, 90 mesures d'acide

---

carboné, et par conséquent inflammable ; mais dans le mémoire auquel je réponds il n'a cherché qu'à établir l'existence et les propriétés du gaz *oxide carboneux*, qu'il regarde comme moyen entre l'acide carbonique et le gaz oxide carboné.

carbonique, et ont exigé 45 mesures de gaz oxigène. On voit donc qu'il ne diffère du gaz obtenu de l'oxide de zinc par le charbon, qu'en ce qu'il forme un peu moins d'acide carbonique, et qu'il exige un peu moins de gaz oxigène (1).

Voilà donc un nouveau procédé pour combiner directement l'oxigène avec le carbone et l'hidrogène, et pour prouver en même temps que le charbon fortement calciné contient de l'hidrogène, puisqu'il produit de l'eau avec l'oxigène.

On apercevoit pendant l'expérience des jets lumineux qui s'élançoient jusque près de la vessie, sur-tout lorsqu'on cessoit de comprimer celle-ci : ces jets étoient dus indubitablement au gaz inflammable qui s'étoit formé, et qui, en refluant vers le gaz oxigène, éprouvoit la combustion.

Le citoyen Hassenfratz, qui a observé ces projections lumineuses, paroît les attribuer au gaz hidrogène contenu dans le charbon; mais si l'on fait attention que le charbon avoit été exposé auparavant à une chaleur beaucoup plus considérable, on voit que cette explication ne peut subsister.

Ayant obtenu dans cette expérience des résultats si différens de ceux annoncés par le citoyen Hassenfratz,

(1) Je me trouve dans cette circonstance, ainsi que dans plusieurs autres, en opposition avec une assertion des citoyens Desormes et Clément, qui disent : *On a vainement essayé de former le gaz oxide carboné en faisant passer très-lentement de l'oxigène sur du charbon rouge.* Cette expérience est des plus faciles à vérifier.

je résolus d'examiner si cette différence ne provenoit pas de la température où nous avions opéré.

On procéda donc à une seconde expérience dans un tube de verre non luté, et exposé à une chaleur plus foible que le précédent, et l'on reçut le gaz qui se dégagea en six portions séparées.

Les quatre premières donnèrent par les lotions une quantité d'acide carbonique beaucoup plus considérable que le gaz de l'expérience précédente; mais le résidu étoit un gaz inflammable tout pareil. On passa à l'examen de la sixième partie, qui, après avoir abandonné beaucoup d'acide carbonique, laissa un petit résidu qui ne parut point inflammable : étoit-ce enfin le gaz du citoyen Hassenfratz? Pour s'en assurer, on ajouta à une mesure de ce gaz deux mesures de gaz hidrogène et deux mesures de gaz oxigène, et l'on fit détoner : on obtint, par l'inflammation de ce mélange, 0.35 mesure d'acide carbonique; ce qui prouve que ce gaz étoit un mélange de gaz inflammable et d'une portion de gaz azote; car le célèbre Volta a déja observé que le gaz hidrogène même ne brûle pas, lorsqu'il se trouve mêlé avec une certaine proportion de gaz azote, et nous avons éprouvé dans le cours de nos expériences qu'il en faut beaucoup moins pour empêcher l'inflammation du gaz hidrogène oxicarboné, que celle de l'hidrogène.

On revint à la cinquième partie du gaz : après avoir séparé l'acide carbonique, il se trouva inflammable; mais une mesure, la seule qui fût restée après l'absorption de l'acide carbonique, ne donna que 0,4 d'acide

carbonique, et laissa un résidu plus considérable, que si c'eût été un gaz inflammable pur : le gaz se trouvoit donc encore mêlé avec un peu d'azote.

Pendant que je réfléchissois sur l'origine de la petite quantité de gaz azote qui se trouvoit dans les dernières portions du gaz que j'avois obtenu, le citoyen Gay-Lussac me fit remarquer qu'il étoit probablement dû à la vessie, soit à cause de la petite quantité d'air qu'il est difficile d'en exclure entièrement, soit à cause de sa perméabilité, soit enfin parce que le gaz oxigène peut dissoudre un peu de substance animale, sur-tout au moyen de la chaleur à laquelle la vessie se trouve exposée dans le cours de l'opération.

Il fut résolu de faire une troisième expérience, en n'employant que des vases de verre, et à une température encore plus basse que la précédente, pour parcourir tous les degrés de chaleur auxquels cette opération peut s'exécuter; et je dois remarquer que nous avions déja varié les degrés moyens dans le courant de la seconde expérience.

Dans celle-ci nous n'eûmes point de jets lumineux; le gaz fut reçu en quatre parties; mais comme il n'y a pas eu de différence sensible dans les résultats, je ne parlerai que de l'une des quatre : il s'absorba dans l'eau $\frac{7}{8}$ du volume qui étoient de l'acide carbonique; l'autre huitième se trouva être du gaz inflammable, qui donna par la détonation avec le gaz oxigène 0.7 d'acide carbonique, et qui laissa un résidu de 0.3 à 4 de mesure.

Mais comme le gaz inflammable provenoit d'une combustion qui avoit produit 7 mesures d'acide carbonique, on ne trouve que la quantité de gaz azote qui est dans le gaz oxigène le mieux préparé; et cette petite quantité, qui ne surpasse peut-être pas un dixième de mesure, aura pu empêcher la combustion de près de deux dixièmes de mesure du gaz inflammable et du gaz oxigène. Plus rien ne reste obscur dans cette recherche, et il n'y a plus lieu de douter que le citoyen Hassenfratz ne soit tombé dans une méprise. Il faut ou qu'il ait employé un gaz oxigène qui contenoit beaucoup de gaz azote, ou que son appareil ait été mal luté, et qu'il se soit introduit de l'air atmosphérique: alors il aura eu une proportion de gaz azote qui aura empêché la combustion du gaz inflammable: voilà le gaz oxide carboneux. Il paroît, par la description de son expérience, qu'il n'a pas lavé le gaz obtenu avec l'eau de chaux, et, par cette seule inattention, ce gaz aura retenu près d'un dixième de son volume d'acide carbonique; ce qui aura beaucoup contribué à le rendre incombustible (1).

Il est indubitable qu'il s'est formé du gaz inflammable dans le procédé du citoyen Hassenfratz, puisqu'il a observé les jets lumineux qui sont un effet de sa combustion; et cependant il l'exclut de ses produits. Si je m'en

(1) Il y a long-temps que Lefèvre-Gineau a observé que l'eau de chaux même ne suffisoit pas pour enlever les dernières portions d'acide carbonique au gaz oxigéné, et qu'il falloit employer pour cela le *lait de chaux*.

souviens bien, il n'a observé qu'une fois une très-légère inflammation dans son gaz oxide carboneux.

La combustion du charbon par le gaz oxigène produit d'autant plus d'acide carbonique, que la température est plus basse, et d'autant plus de gaz hidrogène oxicarboné, que la température est plus élevée. Ici on trouve une confirmation de l'opinion de Cruikshank, qui a établi que les oxides métalliques donnent d'autant plus d'acide carbonique dans leur réduction avec le charbon, qu'ils retiennent plus foiblement l'oxigène, et qu'ils se réduisent plus facilement.

On trouve encore dans cette différence des produits d'une température plus ou moins élevée, la cause du changement qu'éprouve l'acide carbonique qu'on met à une haute température en contact avec le charbon; alors il forme cette combinaison ternaire qui se seroit produite immédiatement dans la naissance de l'acide carbonique, si la température eût été assez élevée, et s'il ne se fût pas trouvé assez d'oxigène pour produire toute la saturation du carbone et de l'hidrogène.

Je n'ai plus besoin de m'arrêter aux corrections que le citoyen Hassenfratz a indiquées pour les expériences de Lavoisier. Il ne se forme point de gaz inflammable, lorsque le charbon est environné d'une grande quantité de gaz oxigène; car on n'observe point d'aberration de lumière autour du charbon, ou s'il s'en forme qui échappe à la combustion, la quantité doit en être si petite, qu'elle n'influe pas sensiblement sur les résultats.

Le procédé du citoyen Hassenfratz mérite une attention

particulière, parce qu'il fournit un moyen facile, 1°. de constater que le charbon le plus fortement calciné contient de l'hidrogène; 2°. de composer immédiatement avec le gaz oxigène un gaz inflammable pareil à celui qu'on obtient par le moyen des oxides; 3°. de rendre indubitable l'influence de la température sur la production de l'acide carbonique et du gaz hidrogène oxicarboné; 4°. de confirmer la théorie exposée dans mon mémoire, par le parallélisme des résultats dans des circonstances très-différentes.

On forme donc le gaz oxicarboné, soit en combinant immédiatement l'oxigène avec les élémens du charbon, soit en le faisant passer d'un oxide métallique ou d'un sulfate avec ces élémens, soit en ajoutant à l'acide carbonique formé, du carbone et de l'hidrogène, toutes les fois que, par les circonstances, l'oxigène ne se trouve pas en proportion suffisante pour produire en même temps de l'acide carbonique et de l'eau.

Cruikshank a encore donné un moyen de le former, en faisant agir le fer sur un carbonate; mais l'explication exige alors une modification, parce que l'hidrogène ne provient dans cette circonstance que de l'eau qui étoit retenue dans le carbonate; son oxigène se combine avec le métal, et son hidrogène avec les élémens de l'acide carbonique : d'où résulte un oxide et l'hidrogène oxicarboné (1).

---

(1) Cruikshank a encore obtenu le même résultat par le moyen du zinc (*Journ. brit.* n° 140). Il décrit dans ce dernier mémoire des expériences par

lesquelles il a décomposé le gaz hidrogène carboné par l'acide muriatique oxigéné, et il fait voir que lorsque le gaz muriatique oxigéné n'est pas en assez grande quantité pour changer le gaz en eau et en acide carbonique, il se forme du gaz hidrogène oxicarboné. C'est encore un moyen de produire ce gaz analogue aux précédens. Il a aussi décomposé le gaz hidrogène oxicarboné par le gaz muriatique oxigéné. Cette décomposition, qu'avoit déja opérée Guyton, ne peut point éclaircir la composition contestée de ce gaz; car elle s'explique également dans les deux suppositions.

JOURNAL

DES CRUES ET DIMINUTIONS DE LA RIVIÈRE, DANS PARIS,

Observées au pont de la Tournelle pendant l'an 5 de la République,

Présenté par le citoyen COUSIN, le 21 vendémiaire an 6.

Nota. La hauteur de la rivière est mesurée à l'échelle du pont de la Tournelle, qui est sur la culée du côté de l'orient; cette hauteur est comptée des plus basses eaux de 1719. Quand la rivière a 3 pieds 9 pouces, elle est dans son état moyen, ou dans son état le plus naturel, suivant les calculs du citoyen Lalande.

Les nombres de l'échelle du pont des Tuileries marquent 2 pieds 7 pouces de plus, parce qu'ils partent du fond de la rivière, à l'endroit où il y a le moins d'eau, qui est vis-à-vis d'Auteuil.

Le résultat de 1793 est 3 pieds 2 pouces.

Le milieu entre les années 1777 jusqu'à janvier 1794, compulsées par le citoyen Lalande, est de 3 pieds 10 pouces.

L'étage le plus haut a été marqué en 1658; l'eau a été à 25 pieds 4 pouces, suivant Deparcieux. (Voyez les *Mémoires de l'Académie* de 1762 et 1764.) Cette crue est la plus forte qui ait été observée.

La crue de 1740 ne paroît avoir été que de 22 pieds 9 pouces.

Le 6 janvier 1767, la rivière étoit 10 pouces plus basse qu'en 1719, suivant le citoyen Buache. (*Mémoires de l'Académie*, 1766.)

Voyez aussi le citoyen Bonamy (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. XVII), sur l'inondation de 1740.

Les plus hautes eaux, d'après le tableau suivant, ont été de 10 pieds 6 pouces, le 11 nivose; et les plus basses ont été de 10 pouces, le 16 vendémiaire et vers la fin de fructidor.

Six premiers mois.

Jours du mois.	Vendém.		Brum.		Frim.		Nivose.		Pluv.		Vent.	
	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.
1	0	11	7	0	2	8	2	0	8	6	3	8
2	0	10	6	6	2	7	4	0	8	0	3	8
3	0	10	6	0	2	6	4	6	7	7	3	6
4	1	0	5	6	2	6	6	6	7	2	3	6
5	1	2	5	2	2	6	7	6	7	0	3	4
6	1	3	5	0	2	5	7	10	6	6	3	2
7	1	3	4	10	2	7	8	2	6	2	3	1
8	1	3	4	5	2	8	8	4	6	1	3	0
9	1	4	4	2	2	9	9	2	6	0	3	0
10	1	4	4	0	2	7	10	0	5	8	2	11
11	1	3	3	8	2	6	10	6	5	6	2	11
12	1	2	3	6	2	6	10	0	5	2	2	10
13	1	0	3	5	2	5	9	0	5	0	2	8
14	0	11	3	4	2	5	8	6	5	0	2	7
15	0	11	3	2	2	5	8	0	4	10	2	7
16	0	10	3	1	2	0	7	6	4	10	2	9

Jours du mois.	Vendém.		Brum.		Frim.		Nivose.		Pluv.		Vent.	
	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.
17	0	11	3	0	1	10	7	0	4	9	2	7
18	0	11	3	0	2	1	6	6	4	6	2	8
19	1	0	3	0	2	0	6	3	4	5	2	8
20	1	2	3	0	1	11	5	8	4	3	2	7
21	1	5	3	0	1	7	5	4	4	2	2	6
22	1	8	2	10	1	7	5	0	4	0	2	6
23	2	0	2	10	1	8	4	8	3	10	2	6
24	2	6	2	8	1	6	4	6	3	10	2	5
25	3	0	2	7	1	5	4	5	3	9	2	5
26	5	2	2	6	1	3	6	0	3	8	2	5
27	6	0	2	6	1	2	8	4	3	7	2	4
28	6	6	2	6	1	4	10	0	3	7	2	3
29	7	0	2	7	1	6	9	6	3	6	2	3
30	7	6	2	8	1	8	9	0	3	8	2	2

Six derniers mois.

Jours du mois.	Germ.		Flor.		Prair.		Messid.		Therm.		Fruct.	
1	2	0	1	7	4	1	3	1	3	4	1	4
2	2	0	1	7	4	0	3	6	3	0	1	3
3	2	0	1	8	3	7	3	3	3	0	1	3
4	2	0	1	8	3	6	3	2	2	9	1	2

Jours du mois.	Germ.		Flor.		Prair.		Messid.		Therm.		Fruct.	
	pieds.	pouc.	pieds.	pouc	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.	pieds.	pouc.
5	1	10	1	8	3	4	3	8	2	6	1	2
6	1	10	1	8	3	2	4	2	2	6	1	6
7	1	9	1	9	3	0	4	8	2	4	1	8
8	2	0	1	9	2	10	5	3	2	3	1	8
9	1	11	1	9	2	8	5	5	2	2	1	8
10	2	0	1	8	2	6	5	8	2	0	1	7
11	2	0	1	10	2	6	6	1	2	0	1	6
12	1	11	2	0	2	4	7	0	1	10	1	6
13	1	10	2	2	2	2	8	6	1	10	1	5
14	2	0	2	6	2	2	9	2	1	8	1	3
15	2	2	2	6	2	1	8	6	1	8	1	3
16	2	4	2	8	2	0	8	6	1	9	1	3
17	2	6	2	10	2	0	7	6	1	9	1	4
18	2	4	2	11	1	10	6	10	1	9	1	3
19	2	5	2	11	2	0	6	3	1	8	1	2
20	2	4	3	0	2	1	6	0	1	8	1	0
21	2	2	3	7	2	2	5	6	1	8	0	11
22	2	0	5	0	2	5	5	4	1	7	1	1
23	1	9	5	6	2	6	5	2	1	7	0	10
24	2	0	5	7	2	8	5	0	1	5	0	10
25	1	8	5	8	2	7	4	8	1	5	0	11
26	1	9	5	7	2	9	4	6	1	5	0	10
27	1	8	5	5	2	10	4	2	1	5	0	11
28	1	8	5	1	2	11	4	0	1	5	0	10
29	1	8	4	7	3	1	3	10	1	4	0	10
30	1	7	4	3	3	0	3	6	1	4	0	10
J. compl.	0	10	0	10	0	10	0	11	1	0		

RECHERCHES

Sur les plus grandes chaleurs qui ont eu lieu à Paris Depuis 1682 *jusqu'en* 1794 (1),

Par le citoyen Jean-Dominique CASSINI.

LA chaleur forte et continue qui a régné cette année (2), a donné lieu de penser à quelques personnes qu'on n'en avoit jamais éprouvé de plus forte, ni même de semblable. Pour mettre à portée de juger ce que cette opinion peut avoir de juste ou d'exagéré, j'ai rassemblé toutes les observations que j'ai pu trouver dans les registres de l'Observatoire (3), relativement à la chaleur

(1) Ce mémoire avoit été fait pour l'Académie des sciences, et présenté à la dernière séance où elle fut dissoute.

(2) Ce mémoire étoit destiné à être lu vers la fin du mois d'août 1793, dans une des séances qui devoient précéder les vacances de l'Académie ; mais, par l'effet du décret de la Convention nationale qui supprima toutes les Académies, celle des sciences s'étant séparée le 9 août, l'auteur ne put faire la lecture de cet ouvrage ; mais il l'a annoncé et présenté à la dernière séance, ainsi qu'un autre mémoire sur une nouvelle boussole de son invention.

(3) Je dois prévenir qu'il ne faut pas ici confondre les observations dont je vais faire usage pour la présente recherche, avec celles qui ont été faites à l'Observatoire sur le thermomètre de Lahire, et dont les résultats ont été publiés par extraits dans les volumes de l'Académie et dans les *Connoissances des temps* depuis 1699 jusqu'en 1754. Il est bon de savoir que tandis que Lahire et ceux qui lui ont succédé dans l'appartement supérieur de la tour orientale de l'Observatoire, ont fait une suite d'observations météorologiques

qui a eu lieu chaque été depuis 1682 jusqu'à ce moment. Le tableau que j'en ai formé (1) présente des particularités que j'exposerai avec un certain détail; mais je crois devoir les faire précéder des réflexions suivantes.

Je commencerai par remarquer que, pour mieux nous entendre dans la discussion que nous allons entreprendre, je distinguerai deux sortes de chaleur : la chaleur *absolue*, et la chaleur *sensible*. La chaleur absolue sera celle dont l'intensité se mesure par l'élévation de la liqueur dans le thermomètre; la chaleur sensible sera celle dont on juge par l'impression qu'elle fait sur nos corps, et dont l'effet n'est pas toujours proportionnel au degré de chaleur absolue. On sait qu'en Italie et dans nos provinces méridionales la chaleur est infiniment plus accablante, et que les étés sont bien plus chauds que dans notre climat; cependant l'intensité ordinaire de la chaleur absolue de ces contrées plus australes n'est

---

non interrompue pendant cinquante-cinq ans, de son côté J. D. Cassini et ses descendans, qui, dans l'appartement inférieur de la même tour, ont suivi pendant cent ving-deux ans les observations astronomiques, y ont joint les observations du baromètre et du thermomètre, dont ils marquoient la hauteur à différentes heures du jour, à côté des hauteurs méridiennes du soleil et de quelques autres astres, relativement aux réfractions. Or ce sont ces mêmes observations dont nous avons fait usage de préférence, non seulement parce qu'elles nous appartiennent plus particulièrement, et qu'elles renferment un intervalle de temps presque double, mais encore parce qu'elles se trouvent, pour la présente recherche, préférables à celles de Lahire sous plusieurs aspects, ainsi que nous le ferons voir plus loin.

(1) Il est trop volumineux pour le rapporter ici; mais on en trouvera un extrait suffisant.

moyennement que de 25°, terme où s'élève quelquefois le thermomètre à Paris; on l'a vu même fort au-dessus dans plus d'une année : mais en Italie et dans le midi de la France la chaleur est plus continue; elle est fréquemment accompagnée d'un vent qui pénètre les pores et ôte au corps humain une partie de son ressort et de sa force.

Ceux qui observent ici avec quelque suite la chaleur absolue dans le même lieu, remarquent aussi que ce n'est pas dans le jour le plus chaud, ni dans celui des plus fortes gelées, que l'on se trouve plus affecté de la chaleur ou du froid. Tout le monde d'ailleurs ne convient-il pas que les premières chaleurs et les premiers froids, quoique moins forts, sont toujours les plus sensibles, et cela par l'opposition du passage à deux états contraires? Enfin il est inutile de dire que la différence du tempérament, de la force et de l'organisation, rend plus ou moins sensible aux impressions du chaud et du froid.

On ne peut donc établir de comparaison et de jugement que sur la température absolue, qui peut seule se mesurer d'une manière exacte et rigoureuse, à l'aide de l'instrument que nous appelons thermomètre. C'est donc par ce moyen que j'essaierai de comparer les divers étés chauds qui ont eu lieu depuis plus d'un siècle à Paris, et j'espère faire connoître, premièrement, *quelle est l'année depuis* 1682 *où il a fait le plus chaud dans le cours de l'été;* secondement, *quelle est l'année où l'intensité de la chaleur a été simultanément la plus forte.*

Rien ne paroît d'abord plus facile que de satisfaire à ces deux questions; mais, quand on en vient à la solution rigoureuse, on rencontre des difficultés de fait et de circonstances qui réduisent souvent l'exactitude des résultats à de simples approximations, suffisantes à la vérité pour la curiosité du plus grand nombre, mais qui ne satisfont point pleinement l'observateur scrupuleux ni le savant. C'est au reste ce qu'il sera facile d'apprécier d'après la discussion suivante.

L'année la plus chaude est sans doute celle où le thermomètre a monté *le plus souvent* au-dessus d'un certain degré où la chaleur commence à devenir généralement sensible. Il faut donc commencer par établir ce degré, cette limite ou ce point de départ. Or, dès ce premier pas, l'on voit naître une difficulté causée par l'embarras de fixer un terme dépendant de cette chaleur sensible, qui, comme nous l'avons fait voir plus haut, n'est que relative et fort arbitraire. Il faut en outre, pour pouvoir établir une comparaison juste entre plusieurs années, faire une espèce de subdivision des chaleurs. Ces deux années dans lesquelles il y aura eu un égal nombre de jours chauds, pourront néanmoins différer beaucoup entre elles si, dans l'une, tous les jours ont été d'une chaleur moyenne, et si, dans l'autre, il y a eu des jours d'une chaleur extrême. Mais cette subdivision offre encore une même indécision inévitable et inhérente à la nature de la question. En pareil cas, l'hypothèse la plus admissible est celle qui se rapproche davantage de l'observation, et qui est soumise à la loi la

plus simple. Voici celle que j'ai cru pouvoir proposer et adopter, comme ayant ces deux qualités.

J'ai remarqué, et tous les observateurs conviendront avec moi que, dans ce pays-ci : 1°. le jour où le thermomètre à mercure de Réaumur s'élève entre midi et trois heures (1) de 18 à 20°, est un jour généralement réputé chaud ; 2°. il n'est pas fort commun que le thermomètre monte ici à 24 et 25°, et dans ce cas la chaleur est réputée forte ; 3°. enfin il est extrêmement rare que le thermomètre parvienne à 30° ; à peine, comme nous le verrons tout à l'heure, se trouve-t-il dans un siècle deux ou trois années où cela ait eu lieu. En réfléchissant sur ces trois données de l'expérience, j'ai cru entrevoir une certaine loi, et pouvoir établir une échelle de comparaison applicable à toute espèce de thermomètre. La voici.

Soit un thermomètre quelconque divisé d'une manière quelconque : je prends pour unité l'intervalle entre le terme de la glace et celui de la température des caves

(1) Dans le grand nombre d'observations anciennes que le présent travail m'a mis dans le cas de relever, j'ai fréquemment remarqué que le *maximum* du thermomètre avoit eu lieu beaucoup plus tard qu'entre midi et trois heures ; mais j'ai reconnu que cela tenoit à la localité ou au défaut de l'exposition du thermomètre, qui recevoit, vers le coucher du soleil, quelques rayons directs ou réfléchis. Rien de plus difficile, au reste, que le choix de l'emplacement d'un thermomètre qui, pendant toute la journée et durant toute l'année, se trouve toujours aussi avantageusement placé. Cela est presque impossible : peut-être même faudroit-il qu'au lieu d'être fixe, l'exposition d'un thermomètre fût variable et différente selon les temps, les heures, et la direction des vents.

profondes; le doublant, j'ai le terme où commenceront les *chaleurs moyennes;* y ajoutant la moitié du premier intervalle, j'aurai le terme où commenceront les *fortes chaleurs;* y ajoutant le tiers du premier intervalle, j'aurai le terme où commenceront les *chaleurs extraordinaires.* Ainsi, par exemple, à un thermomètre de Réaumur d'esprit-de-vin, qui marque la température des caves de l'Observatoire (1) à 10° au-dessus de la congélation, on aura les chaleurs moyennes à 20°, les fortes chaleurs à 25°, les chaleurs extraordinaires à 28°3. Cette échelle admise pour chacun des différens thermomètres dont on a fait successivement usage à l'Observatoire pendant le long intervalle de cent douze ans, et qui, malgré la différence de leur construction, deviennent comparables sous ce point de vue, j'ai fait le relevé et le tableau de tous les jours et des heures où la liqueur du thermomètre a été observée au-dessus du terme où commencent les chaleurs moyennes, et j'ai marqué en même temps le degré de la division. De ce premier tableau général, fruit d'un long travail, j'ai extrait et formé le second tableau suivant, infiniment raccourci, mais qui présente les seuls résultats nécessaires à la comparaison des années.

(1) Les bons thermomètres à mercure marquent 9°2 à la température des caves de l'Observatoire, qui à la vérité est un peu variable, mais d'une quantité insensible pour les thermomètres ordinaires. Voyez mon mémoire sur ce sujet, imprimé dans les volumes de l'Académie, année 1786, p. 507.

Tableau comparatif de la chaleur des différentes années depuis 1682 *jusqu'en* 1794.

ANNÉES.	CHALEUR		
	MOYENNE.	FORTE.	EXTRAORDINAIRE.
1682 . . .	18 jours.	4 jours.	
1683 . . .	Non observée.	"	
1684 . . .	68	16	10 juillet; 4 et 8 août.
1685 . . .	19	1	14 juillet.
1686 . . .	46	8	19, 20, 21, 22 et 23 juin.
1687 . . .	34	6	29 juin, 10 juill. 16 août.
1688 . . .	40	12	9 septembre.
1689 . . .	27	7	10 août.
1690 . . .	34	2	31 juillet.
1691 . . .	44	12	8, 9, 22, 23 et 28 août.
1692 . . .	18	"	
1693 . . .	33	9	
1694 . . .	18	1	26 juillet.
1695 . . .	21	"	
1696 . . .	32	4	
1697 . . .	22	1	
1698 . . .	21	1	
1699 . . .	55	5	
1700 . . .	29	2	9 et 12 septembre.
1701 . . .	62	11	10, 11, 13, 26, 27 et 28 juillet; 17 et 31 août; 1 septembre.
1702 . . .	47	5	28 et 29 juillet.
1703 . . .	38	2	6, 7 et 28 août.

ANNÉES.	CHALEUR		
	Moyenne.	Forte.	Extraordinaire.
1704 . . .	41 jours. .	11 jours. .	13, 24, 26, 27 et 29 juillet; 23, 28, 29 et 30 août.
1705 . . .	33	13	30 juin, 5 et 27 juillet; 2 et 6 août.
1706 . . .	13	1	8 août.
1707 . . .	16	1	21 juillet.
1708 . . .	14	1	
1709 . . .	6	//	
1710 . . .	1	//	
1711 . . .	11	//	
1712 . . .	61	4	
1713 . . .	32	//	
1714 . . .	51	2	
1715 . . .	30	//	
1716 . . .	5	1	
1717 . . .	15	//	
1718 . . .	29	5	
1719 . . .	42	4	
1720 . . .	32	2	
1721 . . .	32	//	
1722 . . .	19	//	
1723 . . .	19	1	5 septembre.
1724 . . .	40	4	11 août.
1725 . . .	8	1	
1726 . . .	62	10	
1727 . . .	43	15	18 juillet.
1728 . . .	43	5	
1729 . . .	44	4	
1730 . . .	6	35	

ANNÉES.	CHALEUR		
	Moyenne.	Forte.	Extraordinaire.
1731 . . .	35 jours. .	5 jours.	
Interrupt. de 18 années (1).	//	//	
1750 . . .	13	5	
1751 . . .	5	2	
1752 . . .	3	//	
1753 . . .	9	1	
1754 . . .	2	//	
1755 . . .	7	1	
Interruption de 8 années.	//	//	
1764 . . .	12	//	22 juin.
1765 . . .	24	4	
1766 . . .	24	1	
1767 . . .	14	5	
1768 . . .	8	2	
1769 . . .	13	4	
1770 . . .	Non observée.	//	
1771 . . .	8	2	
1772 . . .	25	5	26 juin.
1773 . . .	18	2	
1774 . . .	19	1	
1775 . . .	6	//	

(1) J'ai été obligé d'exclure de ce tableau toutes les années où les observations n'ont pas été assez nombreuses ni faites aux heures favorables et avec les conditions et circonstances nécessaires à l'exactitude de l'objet de mes recherches.

ANNÉES.	CHALEUR		
	Moyenne.	Forte.	Extraordinaire.
1776 . . .	5	// jours.	
1777 . . .	Non observée.	//	
1778 . . .	27	1	
1779 . . .	33	1	
1780 . . .	28	2	
1781 . . .	54	5	
1782 . . .	Non observée.	//	
1783 . . .	30	5	10 juillet.
1784 . . .	26	1	
1785 . . .	40	2	
1786 . . .	42	1	
1787 . . .	35	2	
1788 . . .	52	2	12 juillet.
1789 . . .	47	4	
1790 . . .	40	4	22 et 23 juin.
1791 . . .	48	9	
1792 . . .	33	6	
1793 . . .	36	9	7, 8, 10 et 16 juillet; 7 et 13 août.

L'inspection de ce tableau présente les réflexions suivantes :

1°. Dans toutes les années que nous rapportons ici, il n'en est aucune où le nombre des jours de chaleur soit monté à la valeur de trois mois; et de ces quatre-vingt-deux ans que nous avons comparées, il n'y en a

même que dix où l'on compte environ soixante jours de chaleur et au-delà; savoir,

1684	. . . . .	87 jours de chaleur.
1686	. . . . .	59
1691	. . . . .	61
1699	. . . . .	60
1701	. . . . .	83
1704	. . . . .	61
1712	. . . . .	65
1726	. . . . .	72
1727	. . . . .	59
1781	. . . . .	59

2°. D'après le relevé que présente notre tableau, le nombre moyen de jours de chaleur paroît être de trente-deux, ou environ un mois.

3°. Six années sont remarquables entre les autres pour avoir eu un plus grand nombre de jours de chaleur extraordinaire; savoir (1),

1686	. . . . .	5 jours de chaleur extraordinaire.
1691	. . . . .	5
1701	. . . . .	9
1704	. . . . .	9
1705	. . . . .	5
1793	. . . . .	6

4°. Il sembleroit qu'à dater de 1709 les chaleurs ont

(1) On sera sans doute étonné de ne me pas voir citer parmi les années remarquables par la chaleur, celle de 1753, qu'une anecdote particulière avoit rendue alors plus marquante que les autres. On dit que le 7 juillet deux chevaux de la reine, en arrivant à Compiègne, tombèrent morts de chaleur dans la cour; mais je trouve dans nos registres que le thermomètre,

été bien moins fréquentes que vers le commencement du siècle et la fin du précédent. En effet, c'est depuis cette époque que l'on compte plusieurs années où le nombre des jours de chaleur a été très-petit; savoir,

1709	6 jours de chaleur.
1710	1
1716	6
1720	3
1725	9
1730	6
1751	7
1752	3
1754	2
1755	8
1775	6
1776	5

L'on peut remarquer que les années 1709, 1716 et 1776, où le froid en hiver a été si rigoureux, ont eu dans le cours de leur été très-peu de jours de chaleur, mais plus néanmoins que quelques autres années dont l'hiver a été plus doux. D'un autre côté, le froid excessif et long de l'hiver de 1789 n'a pas empêché que dans le cours de l'été de cette même année il n'y ait eu cinquante-un jours de chaleur; d'où il suit qu'on ne peut guère établir de règle pour prédire ou prévoir, d'après tel hiver, ce que sera l'été.

à midi, ne s'éleva qu'à 28° $\frac{1}{2}$. A la vérité celui de Fouchy, placé plus haut et différemment, monta jusqu'à 30° $\frac{1}{2}$, différence qui tient ou à la différence de l'exposition ou à celle des heures de l'observation. Quoi qu'il en soit, cette année 1753 se trouve dans la classe des années les moins chaudes, n'ayant eu que neuf jours de chaleur moyenne et un seul jour de forte chaleur.

5°. L'année 1684 est sans doute celle où la totalité des jours de chaleur a été la plus grande; mais comme en 1701 il n'y a eu que quatre jours de moins, dont neuf d'une chaleur extraordinaire, tandis qu'en 1684, sur les quatre-vingt-sept jours de chaleur en général, il n'y en a eu que trois de chaleur extraordinaire, nous pensons que c'est l'année 1701 que l'on doit regarder comme celle de toutes les années comprises dans notre tableau où il a fait le plus chaud dans le cours de l'été; ce qui répond à la première question que nous nous étions proposée.

Passons actuellement à la seconde question. Nous ne nous flattons pas de la résoudre aussi facilement que la première; mais la discussion où nous allons entrer, pour n'être pas suivie d'une solution absolument rigoureuse, n'en sera peut-être pas moins intéressante.

Pour bien décider quelle a été l'année où l'intensité de la chaleur a été simultanément la plus forte, il faudroit que les plus grandes chaleurs des diverses années eussent été observées avec le même thermomètre, ou au moins avec des instrumens qui eussent été successivement comparés les uns aux autres, et qui eussent toujours été suspendus à la même place (1). Or l'on juge bien que dans un intervalle de cent onze années il est

(1) Cette condition n'est pas indifférente : les observations à deux thermomètres ne sont même rigoureusement comparatives que lorsqu'elles sont faites au même instant, et quand les deux instrumens sont placés l'un à côté de l'autre.

presque impossible que les mêmes instrumens aient toujours existé, et sans altération (1), ou que l'on ait eu la précaution de faire les comparaisons suffisantes entre ceux qui se sont succédés (2). Dans les sciences, comme ailleurs, on ne s'avise jamais de tout; on ne peut pas toujours prévoir les différentes recherches que dans l'avenir on aura lieu de faire, ni toutes les questions qui pourront s'élever par la suite, et qui demanderont que les observations eussent été faites anciennement de telle et telle manière, avec telle ou telle précaution. De plus, on n'ignore pas que des thermomètres faits

---

(1) Le thermomètre qui a existé le plus long-temps est celui de Lahire, à esprit-de-vin. On peut juger par ce qu'en disent Lahire père et fils (*Mém. académ.* 1710, p. 139; ann. 1719, p. 2), et Maraldi (*Mém. acad.* 1731, p. 513), qu'on commença à s'en servir vers 1669, et qu'en 1694 il fut placé à demeure dans la tour orientale de l'Observatoire, qui étoit découverte, ou en forme de puits, à partir du second étage jusqu'en haut. Là le thermomètre se trouvoit à l'abri de tout vent; le soleil ne pouvoit jamais donner sur la boule ni sur le tuyau, et il étoit hermétiquement scellé contre le mur. Cette dernière précaution contribua sans doute à sa longue durée pendant plus de quatre-vingts ans. Après Lahire, Maraldi et Fouchy continuèrent d'observer à ce thermomètre jusqu'en 1754; je crois même que l'abbé Chappe, après eux, en fit encore usage quelques années; mais j'ignore par quel accident et à quelle époque il a été cassé. Il eût sans doute été bien précieux de conserver jusqu'à ce jour cet instrument, et d'avoir une suite d'observations non interrompues et faites dans la même place.

(2) Ces comparaisons bien souvent ne sont pas faites d'une manière complète, soit par négligence, soit encore par des difficultés locales. Par exemple, le thermomètre de Lahire se trouvant hermétiquement scellé à la muraille, de peur de le briser, on n'eût jamais osé le détacher pour lui faire subir avec d'autres thermomètres certaines épreuves qui seules auroient pu bien établir entre eux une échelle de comparaison.

sur les mêmes principes, par le même artiste, peuvent différer très-sensiblement entre eux; à plus forte raison quand ils sont construits sur des principes différens, avec des graduations différentes, par des mains plus ou moins adroites. Enfin on remarque fréquemment des différences d'élévation de la liqueur dans plusieurs thermomètres, selon leur différente exposition dans le même lieu, pour peu qu'ils soient, les uns plus haut, les autres plus bas; les uns appuyés contre le mur, les autres isolés; les uns un peu plus tournés dans un sens, les autres un peu moins; ceux-ci appliqués sur le bois, ceux-là sur le verre, etc. etc. On a plusieurs exemples de la variété des résultats qu'ont présentés les observations faites à différens thermomètres, dans certaines occasions même où les observateurs ont été le plus attentifs. Le mémoire du citoyen Messier, imprimé dans le volume de 1776, p. 1, et celui des commissaires nommés par l'Académie pour la comparaison des froids de 1709 et de 1776 (*Mém. acad.* 1777, p. 505), font juger de l'incertitude et des difficultés que l'on trouve à décider bien précisément une question du genre de celle que nous agitons. Nous n'aurons donc pas ici la prétention de présenter un résultat rigoureux, n'ayant que des données douteuses. On ne peut exiger de nous au-dessus de nos moyens; mais, faute de mieux, ce que nous avons à offrir peut encore exciter quelque curiosité.

Dans l'intervalle de cent onze années que présente notre tableau, on a fait usage de cinq thermomètres différens.

1°. Depuis 1682 jusqu'à 1706, c'est-à-dire pendant vingt-quatre ans, les observations ont été faites à un thermomètre de Fareinheit, qui, descendu au fond des caves de l'Observatoire le 19 mai 1682, a donné leur température à la cinquante-cinquième de ses divisions; le 12 juillet 1702, nouvelle vérification, et il a marqué 54.7 parties (1). Le terme de la congélation de la division de Fareinheit étoit, comme l'on sait, à 32 parties. Ce thermomètre étoit exposé à la fenêtre du nord de la tour orientale, et au premier étage, c'est-à-dire presque directement, et d'environ 25 pieds au-dessous de celui de Lahire, qui à la vérité n'étoit pas exposé à l'extérieur, mais dans l'intérieur de la même tour : c'est ce que nous détaillerons plus loin. Or voici les plus hauts degrés de chaleur que J. D. Cassini ait observés à ce thermomètre de Fareinheit:

1687 . . .	le 29 juin, à $5^h \frac{1}{2}$ du soir . . .	103 parties.
1694 . . .	le 26 juillet, à 3^h	102
1701 . . .	le 28 juillet, à $4^h \frac{1}{2}$	$103 \frac{1}{2}$
1701 . . .	le 17 août, à $3^h \frac{1}{2}$	104
1701 . . .	1 septembre, à 3^h	$102 \frac{1}{2}$
1703 . . .	le 28 août, à $4^h \frac{1}{2}$	102
1704 . . .	le 29 août, à $3^h \frac{1}{2}$	102
1705 . . .	le 27 juillet, à $5^h \frac{1}{2}$	la boule remplie.
1705 . . .	le 2 août, à 3^h	103
1705 . . .	le 6 août, à $2^h \frac{1}{2}$	la chaleur fait crever la boule.

Voilà donc dans cette première suite trois jours

(1) Le lendemain 13 juillet on trouva 55.5; mais une différence aussi sensible ne pouvant être attribuée à la variété de la température des caves, tient plutôt aux précautions plus ou moins grandes prises par les observateurs,

remarquables par une extrême chaleur; savoir, le 17 août 1701, où la liqueur du thermomètre atteignit la plus haute division, 104 parties; le 27 juillet 1705, où la liqueur s'élevant au-delà de la dernière division, remplit entièrement la boule, et le 6 août de la même année, où non seulement la liqueur remplit la boule, mais même la fit crever; de sorte qu'il nous est impossible de fixer bien précisément quel a été le degré de chaleur de ce jour 6 août 1705. On voit dans un mémoire de Lahire (année 1706, p. 4) que l'accident arrivé au thermomètre de J. D. Cassini eut lieu ce même jour pour la plupart des thermomètres à esprit-de-vin qui avoient été construits pour une échelle trop peu étendue.

2°. Depuis 1706 jusqu'en 1732, c'est-à-dire pendant vingt-six ans, l'on a fait usage d'un thermomètre d'Amontons, qui, selon une vérification du 15 août 1706, marquoit la température des caves à 53 pouces 11 lignes $\frac{1}{2}$, le terme de la congélation répondant à 52 pouces (*Mém. académ.* 1703, p. 53); ce thermomètre fut substitué à la même place que celui de Farenheit. Voici les plus hauts degrés de chaleur observés à cet instrument par Jac. Cassini :

1706. . . .	le 8 août, à 3^h du soir. . .	57 pouces	8 lignes.
1707. . . .	le 21 juillet, à $4^h\frac{1}{2}$	57	8
1718. . . .	le 22 août, à 5^h.	57	$8\frac{1}{2}$

soit pour ne point altérer cette température par une trop longue présence, soit pour laisser aux instrumens un temps plus ou moins suffisant pour prendre la température du lieu.

1723 . . . . le 5 septembre, à 3h . . . . 57 pouces 6 lignes.
1724 . . . . le 11 août, à 6h 57 8

3°. De 1732 jusqu'à 1750, on aura, je ne sais pourquoi, dû marquer sur les registres généraux d'observations la hauteur du thermomètre à midi ou vers 3 heures, ainsi qu'on l'avoit assez constamment pratiqué depuis soixante ans (1). Il est à croire que l'on en tint un registre particulier, que je n'ai pu retrouver (2); peut-être encore trouva-t-on suffisant de s'en tenir sur cela aux observations que l'on faisoit en haut dans l'appartement, et au thermomètre de Lahire. Quoi qu'il en soit, il se trouve ici une lacune de dix-huit ans dans mon tableau; mais les observations dont je viens de parler, et que j'ai relevées des *Mémoires de l'Académie*, pourront y suppléer (3). Voici les plus grandes chaleurs qui ont été observées pendant cet intervalle,

(1) Si je n'ai pas remonté ici mes recherches sur les chaleurs jusqu'en 1671, où J. D. Cassini vint s'établir à l'Observatoire et commença à marquer avec beaucoup de soin les hauteurs du baromètre et du thermomètre à différentes heures de la journée, c'est que j'ai été arrêté par le manque d'indices et de renseignemens suffisans sur l'état et la construction des premiers thermomètres qui furent employés. Ce n'est qu'à partir de 1682 que j'ai trouvé tout ce qui étoit nécessaire à mes recherches.

(2) Les registres de Maraldi, qui a continué les observations de Lahire depuis 1719 jusqu'en 1744, et ceux de Fouchy, qui a repris depuis 1744 jusqu'en 1754, ont été également égarés. On n'en connoît que les résultats fort succincts, tels qu'ils les mettoient chaque année dans le volume de l'académie.

(3) Nous ferons voir par la suite qu'il y a une remarque essentielle à faire sur ces observations dans la comparaison qu'on peut en faire avec d'autres.

tant au thermomètre de Lahire qu'à un thermomètre de Réaumur placé à côté de celui-ci, et qui donnoit la température des caves à 10° $\frac{1}{4}$ (*Mém. académ.* 1731, p. 514):

		Therm. Lahire.	Therm. Réaumur.
1732	le 11 août, à 3^h du soir	80°	29° $\frac{1}{4}$
1738	le 5 août, à 3^h	82° $\frac{1}{2}$	29° $\frac{1}{2}$
1748	le 23 juin, à 3^h	82° $\frac{1}{4}$	29° $\frac{1}{2}$
1749	le 23 juillet, à 3^h	83°	29° $\frac{1}{2}$

La chaleur du 23 juillet 1749 a été telle que depuis 1669 le thermomètre de Lahire ne s'étoit jamais élevé si haut.

4°. Depuis 1750 jusqu'en 1777 la suite ordinaire, mais avec une nouvelle interruption de huit années, de 1756 à 1763 inclusivement. On s'est servi d'un thermomètre de Réaumur à esprit-de-vin coloré, marquant 0 au terme de la congélation, et 10 $\frac{1}{4}$ à la température des caves. C'est celui qui a été cité et mis à l'épreuve en 1776 par les commissaires de l'Académie (*Mém. académ.* 1776, p. 1, et 1777, p. 505). Voici les plus grands degrés de chaleur observés dans cet intervalle:

1750	le 22 juillet, à 3^h du soir	28°0
1753	le 7 juillet, à midi	28°5
1764	le 22 juin, à midi	30°5
1765	le 26 août, à 3^h	28°3
1772	le 24 juin, à midi	28°2
1773	le 14 août, à 3^h	31°0

5°. Depuis 1778 jusqu'à 1782 on a fait usage d'un thermomètre à mercure de Réaumur, fait avec beaucoup de soin par Mossy. Ce thermomètre donnoit la température des caves de l'Observatoire à 8°95; et

comparé nombre de fois à celui d'esprit-de-vin cité précédemment, et en usage de 1750 à 1777, il se tenoit toujours moins élevé, vers les hautes divisions, de près de 2° : de sorte que les 31° du thermomètre à esprit-de-vin ne répondoient guère qu'à 29° du thermomètre à mercure. Il n'y eut point de chaleurs extrêmes dans le cours de ces quatre années.

En 1782, Mossy ayant exécuté à la fois un grand nombre de thermomètres et un étalon sous les yeux de Lavoisier et par ordre de l'Académie, il en fut placé un à l'Observatoire, avec lequel furent faites les observations jusqu'en 1792, où ce thermomètre se trouva cassé dans la place où il avoit été fixé (1); mais comme il fut aussitôt remplacé par un autre construit dans le même temps par le même auteur, et avec lequel il ne différoit jamais que d'un ou deux dixièmes, on peut absolument regarder les observations depuis 1782 jusqu'à l'instant présent comme faites avec le même instrument, lequel donnoit très-exactement 9°3 à la température des caves, et 0 au terme de la congélation. Or voici les plus grands degrés de chaleur observés pendant cette dernière suite, composée des dix-huit années qui viennent de s'écouler :

1783	le 10 juillet, à midi	26°0
1788	le 12 juin, à midi	26°8
1790	le 22 juin, à $1^h \frac{1}{2}$ du soir . . .	27°7

(1) On n'a pu savoir la cause de cet accident; on soupçonne la maladresse de quelques curieux qui venoient souvent voir les cabinets et se permettoient quelquefois de toucher aux instrumens.

1790	le 23 juin, à midi	26°2
1793	le 7 juillet, à 2^h	27°0
1793	le 8 juillet, à $1^h\frac{1}{2}$	30°7
1793	le 9 juillet, à 4^h	26°0
1793	le 10 juillet, à 3^h	26°9
1793	le 11 juillet, à 3^h	26°0
1793	le 16 juillet, à $2^h\frac{1}{4}$	29°8
1793	le 7 août, à $4^h\frac{1}{2}$	27°4
1793	le 13 août, à $2^h\frac{1}{4}$	27°5

Il ne s'agit plus actuellement que de décider, entre les chaleurs extrêmes qu'a fourni chaque suite d'observations, laquelle a été la plus forte. Je rassemble ici les divers *maximum* de chacune de ces suites :

De 1682 à 1706 . .	1705, 6 août . .	*maximum*, 104 part. et au-delà . .	Fareinheit.
De 1706 à 1732 . .	1718, 22 août	57 pouces 8 lig. $\frac{1}{2}$ . .	Amontons.
De 1732 à 1750 . .	1749, 23 juillet	83, Lahire . . .	$29^\circ\frac{1}{2}$ Réaumur.
De 1750 à 1756 . .	1753, 7 juillet	$28^\circ\frac{1}{2}$	Réaumur.
De 1764 à 1778 . .	1773, 14 août	31°0	Réaumur.
De 1778 à 1794 . .	1793, 8 juillet	30°7	Réaumur.

Discutons l'un après l'autre chacun de ces résultats.

1°. Ne pouvant, d'après l'accident arrivé à la boule du thermomètre de Fareinheit, évaluer à quelle hauteur se fût élevée la liqueur le 6 août 1705, j'ai cherché dans les observations de Lahire quelques renseignemens sur ce point. Dans le volume de l'académie pour l'année 1706, Lahire dit, page 3 : « Vers les trois heures après » midi, où l'air est le plus chaud du jour, le thermo- » mètre, le 6 août 1705, étoit à 80°, quoiqu'à l'ombre » et exposé à l'air dans la tour découverte de l'Obser- » vatoire; ce qui marquoit une très-grande chaleur, et » je doute qu'elle ait jamais été plus grande dans ce » pays-ci ». Voilà donc une observation de Lahire qui

se trouve faite au même instant que l'accident arrivé au thermomètre d'en bas, et qui peut y suppléer. Or ces 80° du thermomètre de Lahire répondent à environ 28° du thermomètre de Réaumur (1), et c'est à cela que peut être évalué le degré de la plus grande chaleur de l'année 1705 (2).

2°. Les 57 pouces 8 lignes $\frac{1}{2}$ où s'est élevé le thermomètre d'Amontons, le 22 août 1718, peuvent encore être rapportés au thermomètre de Lahire, d'après plusieurs comparaisons faites aux deux instrumens dans le même moment, et d'où il résulte que ces 57 pouces

---

(1) C'est ce que l'on a trouvé par la comparaison directe de ces deux instrumens.

(2) Je ne serois pas éloigné de supposer cette chaleur d'un degré plus forte, d'après une remarque importante que j'avois annoncée plus haut, et qui me paroît avoir échappé jusqu'à présent à tous ceux qui ont traité cette matière, relativement à la situation du thermomètre de Lahire, et à l'erreur très-sensible que l'on a commise lorsqu'on a comparé les observations faites à ce thermomètre avec celles faites à d'autres thermomètres.

Le thermomètre de Lahire étoit, comme je l'ai déja dit, placé dans l'intérieur d'une tour octogone dont les murs ont sept pieds d'épaisseur, et qui, étant découverte, forme une espèce de puits de 24 pieds de diamètre sur environ 40 de profondeur. Or, très-certainement, dans cette position, au fond de cette espèce de puits, le thermomètre de Lahire donnoit bien la température de la couche inférieure de la masse d'air renfermée dans la tour, mais nullement la température de l'air extérieur. Cette couche inférieure devoit être sensiblement différente (plus fraîche en été, plus chaude en hiver) de celle où se trouvoit plongé le thermomètre de Fareinheit, dont se servoit Cassini dans l'appartement inférieur, lequel étoit exposé au nord, et en dehors des croisées, à l'air extérieur; position commune à tous les thermomètres dont on a fait usage. D'où il résulte que quand bien même le thermomètre de Cassini eût été absolument égal à celui de Lahire, il n'auroit

8 lignes $\frac{1}{2}$ répondent à 82 pouces $\frac{1}{3}$ de Lahire, ou 29° $\frac{1}{4}$ de Réaumur (1).

3°. La plus grande chaleur de la troisième suite (de 1732 à 1750), qui a eu lieu le 23 juillet 1749, a été déterminée de 83° au thermomètre de Lahire en haut, et l'on a remarqué que depuis qu'on observoit à ce thermomètre, la liqueur ne s'étoit jamais élevée si haut, et cette élévation répondoit à 29° $\frac{1}{2}$ d'un thermomètre de Réaumur placé tout à côté de celui de Lahire.

4°. Le *maximum* du 7 juillet 1753 a été observé en bas, dans la place ordinaire à un thermomètre de Réau-

---

jamais pu donner *dans le même instant* le même degré de température (abstraction faite encore de l'influence du vent, dont celui de Lahire étoit totalement abrité). Il falloit sans doute un certain temps, lors des variations de l'atmosphère, pour que l'air de la partie inférieure du puits se mît en équilibre avec l'air extérieur, si toutefois il pouvoit jamais s'y mettre. Voilà, ce me semble, une considération assez importante qui a été omise dans les recherches que l'on a faites pour comparer le froid de 1776 à celui de 1709, en remontant au thermomètre de Lahire, qui, dans sa position particulière, a dû marquer un degré sensiblement moindre que s'il eût été exposé à un air extérieur libre et non renfermé, comme tous les autres thermomètres avec lesquels nous avons observé en 1776.

C'est cette même considération qui m'a décidé, dans la recherche qui fait l'objet de ce mémoire, à préférer aux observations de Lahire celle que mon bisaïeul, mon grand-père et mon père ont faites successivement à des thermomètres tous placés extérieurement et semblablement. Il faut dire aussi que Lahire père avoit la singulière habitude de n'observer le plus souvent la hauteur du thermomètre qu'au lever du soleil; ce qui donnoit très-bien en hiver le plus grand froid, mais en été n'indiquoit nullement les jours les plus chauds : ce n'est qu'après lui, en 1719, que Maraldi et Fouchy ont habituellement observé le thermomètre, en été, entre midi et trois heures.

(1) Ce seroit environ 30° $\frac{1}{4}$, en ayant égard à la note précédente.

mur d'esprit-de-vin, et il a été au-dessous des *maximum* précédens et suivans.

5°. Le *maximum* du 14 août 1773, observé avec le même thermomètre que le précédent, s'est élevé à un degré plus haut qu'aucun des autres *maximum*, et il n'y a aucun doute que l'époque de 1773 ne soit celle de la plus forte chaleur observée depuis 1682 jusqu'alors.

6°. La plus grande chaleur de la dernière suite, qui a eu lieu le 8 juillet 1793, a fait monter le thermomètre à 30°7, c'est-à-dire à trois dixièmes de moins qu'en 1773; mais il faut bien faire attention qu'ici c'est un thermomètre à mercure, et il est essentiel de se rappeler ce que nous avons dit plus haut, que ce thermomètre à mercure, comparé nombre de fois avec le thermomètre à esprit-de-vin qui l'avoit précédé, ne donnoit que 9°3 à la température des caves, et, vers les hautes divisions, se tenoit toujours moins élevé que le thermomètre à esprit-de-vin d'environ 2°; de sorte que ces 30°7 observés en 1793 valent au moins 32°5, si on veut les comparer aux *maximum* des époques précédentes; d'où il résulte qu'incontestablement c'est l'année 1793 qui l'a emporté sur toutes les autres de notre tableau, et que c'est celle depuis 1682 où l'intensité de la chaleur a été simultanément la plus forte. C'est la seconde question que nous nous étions proposé de résoudre dans ce mémoire, où nous avons tâché de répandre quelques remarques intéressantes sur les observations faites et sur

les instrumens employés pendant un long intervalle de temps, relativement à la détermination du chaud et du froid; détermination que notre mémoire prouvera n'être pas aussi simple et aussi facile dans la pratique qu'elle le paroît d'abord.

PREMIER MÉMOIRE

Pour servir à l'histoire naturelle, chimique et médicale de l'urine humaine,

Contenant quelques faits nouveaux sur son analyse et son altération spontanée,

Par les citoyens Fourcroy et Vauquelin.

Lu le 11 frimaire an 7.

On a beaucoup travaillé sur l'urine humaine. De toutes les liqueurs animales, c'est celle qui a été soumise au plus grand nombre d'expériences, et qui a fourni aux chimistes le plus de découvertes. Cependant les espèces de phosphates connus d'abord sous le nom de sels fusibles, ont été le principal et pendant long-temps le seul objet dont ils se soient occupés. Depuis Boerhaave jusqu'à Schéele, les recherches précieuses et successives de Margraf, de Pott, de Schlosser, de Haupt, de Rouelle le cadet, et de Chaulnes, se sont en quelque sorte concentrées sur ces matières salines. Les idées singulières qu'en avaient données les alchimistes, les folles espérances qu'ils en avaient conçues pour leur grand œuvre, la découverte non moins étonnante du phos-

phore qu'ils avaient trouvé dans leur intime composition, ont été les motifs de ce travail presque exclusif.

Les médecins ont, de leur côté, singulièrement multiplié les observations sur ce liquide excrémentitiel, dont ils ont senti dans tous les temps l'importance, comme signe, tantôt diagnostic, tantôt pronostic, dans les maladies. Si leurs efforts n'ont pas été encore couronnés du succès, si l'empirisme uroscopique, absurde autant qu'audacieux, s'est emparé de leurs vues, s'il a essayé de les déshonorer par ses ridicules prétentions, les philosophes en médecine n'en ont pas moins continué à espérer de ces observations bien faites.

Il faut sans doute louer autant les expériences simples et les moyens ingénieux de séparer les divers sels contenus dans l'urine humaine, que nous ont fournis Margraf, Schlosser, et sur-tout Rouelle le cadet, que les premières données de Bellini sur les propriétés en quelque sorte médicinales de cette liqueur; mais, tout en les louant, il faut convenir que leur éloignement, ou plutôt leur incohérence entre eux, et avec l'art de guérir, était trop frappante pour ne pas désespérer ceux qui s'occupaient de la physique des animaux. La chimie, en changeant de face, en éprouvant une grande révolution, a conquis de nouveaux moyens et appris à voir dans les phénomènes de la nature ce qui lui avait échappé si longtemps. Il y a ceci de bien frappant dans l'histoire chimique de l'urine sur-tout, c'est que les faits nouveaux qui tiennent à son analyse ont une influence directe sur la physique animale; tandis qu'avant les dernières dé-

couvertes, une lacune immense existait entre ce qui n'était alors que des procédés chimiques, et les procédés naturels de la vie.

Rouelle le cadet n'avait fait, et très-sagement sans doute, aucune application de son analyse à l'économie animale. Schéele, en découvrant la matière particulière du calcul de la vessie dans l'urine, a commencé à donner une explication facile de sa formation. Berthollet a trouvé dans la présence ou l'absence, et dans la proportion de l'acidité de l'urine, un rapport d'une grande importance avec les affections arthritiques. Qui ne voit combien d'autres connaissances sur l'état de nos corps sont, en quelque sorte, cachées dans celles que l'on acquerra sur l'urine? Qui ne sent qu'elles offrent dans leur examen la solution d'une foule de problèmes à laquelle aucun autre résultat ne pourrait nous conduire?

Nous avons essayé, il y a neuf mois, d'en offrir quelques-uns à l'Institut dans un mémoire sur l'urine du cheval. Nous allons poursuivre aujourd'hui cette carrière, en traitant de quelques faits nouveaux sur l'urine de l'homme. Depuis long-temps l'un des objets de nos expériences et de nos méditations, nous l'avons trouvée inépuisable pour les unes comme pour les autres. Loin de nous flatter d'en faire connaître toutes les propriétés et toute la nature, nous sentons et nous devons donc dire que l'on n'est encore qu'à l'entrée d'une route immense. Nous avons osé nous y engager, persuadés que nous y serons suivis, que l'on n'interrompra plus cette marche; car on verra qu'il y a beaucoup à faire,

et que c'est une mine immense de découvertes pour la physique animale.

Parmi les faits que nous avons à décrire sur l'urine humaine, les uns ont été entrevus avant nous, d'autres sont entièrement nouveaux ; il en est qui ne sont que des corrections de ce qui avait été vu peu exactement jusqu'ici. Parmi les inductions auxquelles ils nous conduiront, quoiqu'elles aient eu spécialement pour but la formation des concrétions urinaires, on en distinguera de plus générales et qui tiennent à l'ensemble des phénomènes et des causes de l'animalisation. Nous avons lieu de croire qu'il en sortira en total cette vérité, que l'examen chimique de l'urine est une des données indispensables à recueillir pour concevoir le mécanisme des fonctions des animaux, et qu'il en est telles dont il peut contribuer à fournir l'explication, ou, plus exactement encore, dont le mécanisme ne pourra jamais être expliqué sans une connaissance approfondie de la nature de ce liquide.

L'urine humaine a toujours été regardée comme une dissolution ou lessive de sels qui doivent être évacués du corps humain. Après les analyses de Rouelle, on la croyait composée de muriate de soude, de phosphates de soude et d'ammoniaque, de sulfate de soude, de sulfate de chaux, d'une terre animale, et de deux matières, l'une savonneuse, et l'autre plus particulièrement extractive. On a trouvé depuis lui que le sulfate de soude y était beaucoup plus rare qu'il ne l'avait cru ; que ce qu'il avait pris pour du sulfate de chaux et pour une

terre animale particulière, était du phosphate de chaux. Schéele a fait voir que ce dernier sel, de la nature de la terre des os, en différait cependant, parce qu'il y était avec excès d'acide. Il a trouvé de plus de l'acide benzoïque, sur-tout dans les urines d'enfant, et un acide particulier très-faible, très-peu dissoluble, constamment contenu dans toutes les urines humaines, s'en séparant très-aisément par le refroidissement, et formant le calcul de la vessie. Depuis les dernières découvertes de Schéele, il n'en a plus été annoncé sur l'urine humaine. Il faut cependant distinguer parmi les travaux qui ont des rapports avec l'analyse exacte de l'urine les observations du citoyen Hallé sur ses altérations spontanées dans des vases ouverts, et le fait indiqué par le citoyen Séguin sur la différence de précipitation, tantôt assez grande, et quelquefois nulle, des diverses urines humaines par la dissolution de tan.

Il est nécessaire de se rappeler les principaux traits de l'histoire chimique de l'urine humaine, pour bien concevoir ce que nous avons à exposer de ses propriétés et de sa nature.

I. Cette liqueur nous a d'abord frappés dans nos recherches continuelles par une odeur bien distincte, odeur qui, quoiqu'assurément bien connue, ne nous a pas paru avoir assez fixé encore l'attention des physiologistes. L'urine saine, colorée en orangé clair ou en citron foncé, n'est ni fétide, ni âcre, ni acide, ni ammoniacale dans son odeur, mais bien véritablement

aromatique, et si bien caractérisée dans son espèce, qu'aucune autre matière naturelle ne peut lui être comparée. Quelques auteurs l'ont trouvée analogue à celle des violettes, mais sans être de la même douceur ; elle est sensiblement plus forte ; et quoiqu'il y ait quelque fondement dans cette analogie, il ne faut pas y admettre un trop grand rapprochement. On sait que, dans quelques circonstances, l'analogie augmente singulièrement de force, et l'on doit en conclure qu'elle est disposée en effet à prendre une intensité qui ne laisse plus de doute. Ce que nous ajouterons aux données vagues recueillies jusqu'ici sur l'odeur urinaire, qui n'est point celle de l'ammoniaque, quoiqu'on ait souvent désigné celle-ci par l'expression d'odeur urineuse, c'est qu'elle est due à une matière particulière dont nous parlerons fort en détail par la suite, que les chimistes n'ont point assez distinguée de toutes les substances animales, et qui, comme on le verra, tient tellement à la nature de de l'urine, qu'elle la caractérise exclusivement, et que, sans elle, le liquide urineux n'auroit point les propriétés qu'on lui connaît, et en aurait d'entièrement différentes. Nous observerons encore que la transpiration ou la sueur ont quelquefois, et dans les cas d'augmentation rapide sur-tout, une odeur sensiblement la même que celle de l'urine humaine, et qu'on la retrouve aussi dans la sueur du cheval violemment exercé.

II. La couleur de l'urine humaine ne mérite pas moins d'occuper le physiologiste et le médecin. C'est

encore une propriété qui lui appartient exclusivement à tous les autres liquides animaux ; aucun n'en approche ni ne lui ressemble. Malgré toutes ses nuances, ou plutôt ses degrés d'intensité, c'est toujours la même matière colorante. Bellini avait déja entrevu cette vérité ; car il croyait que l'urine ne différait, dans les cas divers, depuis sa plus grande âcreté et sa plus forte coloration jusqu'à sa faiblesse et sa pâleur la plus grande, que par la proportion différente de l'eau. Et en effet, l'urine la plus ardente, unie à diverses quantités d'eau, donne toutes les urines intermédiaires connues des médecins ; en sorte que l'art semble les fabriquer à volonté comme la nature. On verra par la suite que la coloration de l'urine dépendant de la même matière que son odeur, et la différence de sa proportion étant la principale cause des variétés qu'on observe dans l'urine, il n'y a plus rien d'obscur à ce phénomène. Les altérations de la couleur sont également dépendantes de celles dont est susceptible cette matière urinaire, qui nous occupera beaucoup par la suite.

III. Il faut en dire autant de la saveur de l'urine. Les sels qu'elle contient contribuent sans doute à la modifier ; mais ce n'est pas à leur petite quantité qu'est due cette forte et durable âcreté qui la caractérise ; âcreté qui n'est pas celle des matières salines, et dont l'énergie a souvent été invoquée comme médicament puissant. La saveur de l'urine dépend de la matière particulière qui y est dissoute : aussi éprouve-t-elle les mêmes

variations que l'odeur et la couleur, qui reconnaissent en effet la même source. C'est à tort que tous les physiologistes l'ont attribuée jusqu'ici à ces sels, et il faut savoir à cet égard que quand nous n'en aurions pas trouvé la cause dans la matière urinaire spéciale, il serait impossible de l'admettre dans les phosphates et les muriates, dont la proportion permet à peine à l'organe du goût d'en apprécier l'existence.

IV. Les élémens qui composent l'urine humaine, beaucoup plus constante qu'on ne l'a cru dans sa composition, et ne variant le plus souvent que dans la proportion de ses matériaux, sont si nombreux, que, dans les diverses épreuves qu'on lui fait subir pour l'analyser, ils donnent naissance à des combinaisons plus ou moins complexes, qui diffèrent même entre elles suivant le genre ou suivant la durée de ces épreuves. Ainsi les sels contenus dans l'urine changent d'état et sont modifiés suivant diverses circonstances. Ainsi l'urine jouit de la propriété de former de l'ammoniaque et même du carbonate d'ammoniaque, et en jouit dans un degré si remarquable, que quelques instans d'augmentation de température suffisent pour cela; qu'aucune autre matière animale ne lui ressemble à cet égard. Voilà pourquoi il y a tant d'observations singulières dans les auteurs sur l'alcalinité ou l'alcalescence de l'urine, sur sa disposition à cette alcalescence, sur la propriété qu'elle acquiert alors de faire effervescence avec les acides, si éloignée de celle d'être elle-même acide, qui est cependant bien

reconnue aujourd'hui dans l'urine non altérée. Cette alcalescence n'est un des caractères les plus tranchés de l'urine, que parce que c'est un de ceux qui appartiennent en propre à la substance urinaire particulière dont nous parlerons par la suite. C'est à elle qu'est due non seulement le changement de couleur et d'odeur de l'urine, mais encore la nature des précipités et des sels qui s'y déposent ou s'y cristallisent. On verra par la suite qu'elle commence quelquefois dans les reins ou dans la vessie, et que dans ce cas funeste, produit d'une dégénérescence morbifique, elle entraîne après elle, et une nature toute différente des matériaux du liquide urinaire, et une disposition à former des concrétions qui n'auraient pas lieu sans cette dégénérescence.

V. L'ANALYSE de l'urine doit, d'après ce que nous venons d'en exposer, se compliquer singulièrement dans les laboratoires du chimiste ; et s'il n'a pas saisi les premières notions sur la nature comme sur l'altérabilité si prompte de ce liquide, il tombe dans des erreurs inévitables. Comme cela nous est long-temps arrivé, et comme nous montrerons que cela est arrivé généralement avant nous, il est évident que pour connaître les matières dissoutes dans l'urine à leur état et leur dose naturels, il faut examiner ce liquide au moment même où il vient d'être rendu, en le choisissant sept à huit heures après le repas chez un adulte sain. Il serait bon de plus d'en chercher les matériaux sans employer le feu ; car celui-ci en dénature la plus grande partie lorsqu'il est

administré trop vif, et en change toujours une portion, malgré sa faiblesse et la prudence même de son administration. Il faudrait donc essayer de trouver, pour la connaissance des urines, comme on l'a fait pour celle des eaux minérales, un certain nombre de réactifs dont les effets, appréciés par leur mélange au moment même de la sortie de la vessie, pussent indiquer avec assurance la nature des matières qui y sont contenues. On montre ainsi l'acide phosphorique à nu par la teinture de tournesol qui est rougie, et l'eau de chaux qui est précipitée; le phosphate de chaux, qui se sépare par la potasse et la soude caustique; l'acide urique, qui se dépose en cristaux rouges par le refroidissement; les muriates de soude et d'ammoniaque, qui donnent un précipité blanc avec les nitrates de mercure, de plomb et d'argent, et une vive odeur d'ammoniaque par la chaux : on prouve la présence de la chaux par l'acide oxalique qui se précipite avec elle en oxalate indissoluble. Mais ces réactifs sont insuffisans pour faire connaître toutes les substances qui existent dans l'urine, et l'art n'est pas assez avancé pour avoir porté ce moyen d'analyse au point de perfection qu'il doit atteindre quelque jour.

VI. En vain avons-nous essayé de pousser beaucoup plus loin ce mode d'examen de l'urine par les essais des réactifs; nous n'en avons même déterminé plus exactement l'action, ou reconnu avec exactitude l'influence, qu'en comparant leurs effets à ce que l'évaporation par le feu nous a présenté. Ainsi, en faisant

évaporer de l'urine récemment rendue à un feu léger, jusqu'à lui donner la consistance d'un sirop épais, ayant vu, bien avant cette époque, sa transparence se troubler par la séparation d'une poussière blanche accompagnée de quelques flocons albumineux, nous avons reconnu la présence de cette matière animale subalbumineuse que plusieurs chimistes avaient niée dans l'urine, et qui est la cause du précipité fauve et floconeux plus ou moins abondant que l'on en obtient avec l'eau chargée de tannin.

Bellini et Boerhaave ont donc cru à tort que l'urine ne contenait rien de chyleux, de nutritif. On verra par la suite qu'il est des cas où cette matière est fort abondante, où elle joue un grand rôle dans l'économie animale. C'est elle qui, dissoute par les acides libres de l'urine, se dépose en filamens muqueux lorsqu'on y verse un alcali caustique.

Quoique, dans notre évaporation bien ménagée, la liqueur n'ait jamais été poussée jusqu'à l'ébullition, il s'en est cependant constamment dégagé une odeur ammoniacale et âcre très-singulière. L'urine a perdu en même temps l'acidité qu'elle avait avant l'action du feu.

A mesure que l'urine s'épaissit par l'évaporation, sa couleur, comme on sait, devient brune, et son odeur plus forte. Si on la conduit à un feu doux jusqu'à la consistance d'un sirop très-épais, et qu'on la laisse ensuite refroidir, elle se prend toute entière en une masse cristalline grenue, d'une couleur rouge-brune foncée, d'une saveur et d'une odeur piquantes et fortes. Rouelle

comparait cet état de l'urine évaporée à un miel ou à du caramel, ou à un extrait muqueux; mais toutes ces comparaisons ne peuvent regarder que la consistance. La forme manifestement cristallisée, l'odeur aromatico-fétide et âcre, qui a dès-lors quelque chose d'alliacé, distinguent singulièrement ce produit de tout autre, quel qu'il soit.

Toute l'urine évaporée à ce point se trouvant prise en une masse solide et cristallisée, il était évident que, sauf l'ammoniaque exhalée pendant l'évaporation, tous les matériaux de ce liquide devaient exister dans la masse grenue et lamelleuse, et qu'en appliquant à cette masse les moyens d'analyse qu'on emploie pour séparer les diverses matières qui se trouvent, par exemple, dans le résidu d'une eau minérale évaporée, nous pourrions parvenir à trouver et à isoler ces divers matériaux. En traitant cette matière par l'alcool, il en a dissous la plus grande partie, et il n'est resté qu'une petite quantité de substance grise d'une saveur salée, dont l'eau froide a enlevé presque tout. Ce qui ne s'est point dissous dans l'eau était du phosphate de chaux et de l'acide urique, que séparait très-bien la lessive de potasse; ce qui s'était dissous dans l'eau était des muriates et des phosphates de soude et d'ammoniaque; mais tous les sels ne faisaient que quelques millièmes du poids de l'urine, tandis que ce qui avait été emporté par l'alcool faisait plusieurs centièmes de cette liqueur. Nous avons trouvé dans cette dissolution alcoolique très-colorée du muriate d'ammoniaque, de l'acide benzoïque, et la

matière urinaire particulière déja annoncée. Voilà donc un moyen de faire l'analyse de l'urine avec assez d'exactitude : il consiste à l'évaporer doucement, jusqu'en consistance de sirop épais ; à traiter la masse grenue et cristalline qu'elle forme par le refroidissement avec l'alcool, puis avec l'eau, ensuite avec la lessive de potasse.

VII. Quoiqu'on ait bien des fois décrit la distillation de l'urine, elle nous a présenté quelques faits qui méritent encore d'être annoncés. En introduisant dans une cornue de l'urine au moment même où elle vient d'être rendue, et en la distillant sur-le-champ à un bain de sable doux, on obtient de l'eau odorante et ammoniacale très-abondante, et du carbonate d'ammoniaque qui cristallise dans le col de la cornue, bien avant que l'urine soit desséchée au fond de ce vaisseau. Les dernières portions de produit liquide que l'on recueille, font une violente effervescence avec les acides ; et en mettant ceux-ci en excès, la liqueur prend une couleur rose brillante qui reste long-temps sans altération à l'air. Il est bien facile de reconnaître dans le produit une quantité notable de carbonate d'ammoniaque ; et tout prouve avec quelle facilité nous avons constamment trouvé dans nos divers essais qu'il était impossible d'appliquer le feu à l'urine, soit dans des vaisseaux ouverts, soit dans des appareils fermés, et avec quelque douceur qu'on y procédât, sans qu'il se formât de l'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque : tant est grande cette

singulière disposition à la formation de ce produit. A cette époque, par quelque cause que paraisse cette alcalescence, l'acide natif de l'urine est neutralisé et disparaît ; les phosphates terreux se précipitent, et troublent la liqueur ; l'acide urique se dépose et se cristallise ; des flocons d'albumine concrétée, ou de gélatine précipitée par l'ammoniaque, nagent dans la liqueur, et cessent d'y être tenus en dissolution ; d'autres changemens encore s'opèrent jusqu'à ce que le principal de tous, la prédominance du carbonate d'ammoniaque, formé sur tous les autres principes de l'urine, devienne très-manifeste. Voilà ce que fait constamment une élévation de température au-dessus de 60 degrés, maintenue quelque temps.

VIII. L'ALTÉRATION spontanée dont l'urine humaine est susceptible est bien connue dans quelques-uns de ses résultats, nullement encore dans quelques autres : nous ne voulons parler d'abord ici que du terme très-avancé de leur décomposition ; terme où l'on a coutume de la nommer urine pourrie. Trois choses seulement ont occupé jusqu'ici les physiologistes et les chimistes sur cette septicité urinaire. L'une est l'horrible et très-remarquable fétidité qui l'accompagne et la décèle ; l'autre est la formation très-constatée de beaucoup d'ammoniaque ou alcali volatil ; la troisième est l'influence de cette décomposition sur l'extraction des sels appelés fusibles, influence prescrite comme utile par les uns, et rejetée, soit comme inutile, soit même comme nui-

sible à la préparation des sels, par les autres. Voici ce que nous avons observé sur l'altération spontanée de l'urine. Quelques-uns des faits que nous allons citer ont été vus déja par le citoyen Hallé, mais dans leur apparence seulement et sous un autre point de vue. Contenue dans un vase bien fermé, sa couleur se fonce, passe au brun et même au noirâtre; elle se trouble, et dépose une matière blanche, floconneuse, légère; elle répand une odeur fétide ammoniacale; aux flocons blancs légers succèdent des pelotons floconneux, mucilagineux, plus ou moins colorés; on voit enfin paraître à la surface, sur les parois et au fond du vase, un sel cristallisé en petites aiguilles blanches, fines et soyeuses.

Dans cet état, l'urine brunie, trouble, fétide, n'est plus acide, mais fortement ammoniacale. Distillée doucement jusqu'à réduction de moitié de son volume, elle donne beaucoup de carbonate d'ammoniaque, d'une odeur forte et âcre; en poussant la distillation jusqu'à ce que la liqueur ait acquis la consistance d'un sirop épais, on obtient de l'acétite ammoniacal. L'urine pourrie, évaporée en consistance de sirop clair, mêlée ensuite avec les acides sulfurique, nitrique ou muriatique, exhale une odeur piquante d'acide acéteux. On cherche en vain dans le résidu épais de cette urine évaporée la même matière déja indiquée comme la cause de l'odeur, de la saveur, de la couleur, en un mot des caractères propres de l'urine; l'alcool qui la dissout si bien, et qui la sépare si exactement, comme on l'a dit ailleurs, n'a plus d'action sur ce résidu; tout prouve qu'elle a changé de nature

par l'effet de la fermentation de l'urine, que c'est elle qui a formé et l'ammoniaque et l'acide acéteux, et l'acide carbonique qu'on trouve à sa place dans ce liquide altéré. Le résidu n'en est plus formé que de phosphate et de muriate ; et il est évident que les premiers doivent être plus abondans, puisque l'ammoniaque formée a saturé l'acide phosphorique qui étoit libre dans l'urine fraîche. Ainsi le conseil des anciens chimistes et de Pott, qui prescrivaient l'urine pourrie pour extraire le sel fusible, est préférable à celui de Boerhaave et de Schlosser, qui voulaient qu'on prît l'urine fraîche.

La présence de l'acide acéteux dans l'urine fermentée ou pourrie, que nous avons cru d'abord nous appartenir comme découverte, n'est cependant pas une chose aussi nouvelle que nous l'avions pensé. Cet acide a été vu par Pott, qui ignorait, à la vérité, comment il se formait, par quel mécanisme et aux dépens de quelle matière, mais qui a dit en avoir obtenu par la distillation. Il est bon au reste, pour l'histoire de la science, de noter ici que la dissertation de Pott sur le sel fusible, écrite en 1753, contient une foule de faits curieux, et qu'excepté de la précision et plus d'exactitude depuis les travaux de Rouelle et Westrumb, on a peu ajouté à ce que cet habile chimiste avait vu et décrit dans le plus grand détail.

IX. Quoique la décomposition totale de l'urine humaine soit un objet d'étude intéressant, et qu'elle nous ait fourni quelques faits utiles que nous venons de rapporter, son altération commençante, ce qu'on a

nommé la formation de ses dépôts ou sédimens, de ses nuages ou énéorèmes, si bien décrits par le citoyen Hallé, nous a présenté peut-être des phénomènes encore plus intéressans, au moins par rapport à l'un des objets qui ont le plus appelé notre attention, celui de la génération du calcul des reins et de la vessie. On a bien dit depuis Boerhaave, et sur-tout d'après Schéele, que cette concrétion se formait par une cristallisation et par la séparation d'une matière qui se trouvait dans toutes les urines; mais on n'a point encore déterminé pourquoi elle existait dans les uns et point dans les autres, quelle était la cause de sa production prompte dans un cas, lente dans un autre, et spécialement celle de la différence que la matière calculeuse présentait dans cette sextuple composition que notre analyse nous y avait fait trouver. On va voir ici l'un des exemples les plus importans des rapports qui existent entre les diverses découvertes, de l'enchaînement nécessaire qui les lie, et de la facilité avec laquelle l'une mène à l'autre. On se rappelle comment nous avons découvert le phosphate ammoniaco-magnésien dans les couches blanches, lamelleuses, spathiques, demi-transparentes, qui recouvrent souvent l'acide urique dans les calculs à double matière. Avant d'avoir reconnu la nature de ce sel, nous n'avions aucune notion de sa présence dans l'urine, et nous avons bien senti qu'il devait exister dans ce liquide. Cependant nous ne l'avons jamais pu trouver dans l'urine fraîche; et voici comment nous avons découvert que ce sel se formait dans les concrétions calculeuses.

Dans l'intention de faire connaître avec plus de précision qu'on n'en a mis jusqu'ici à ce travail, la suite des altérations chimiques spontanées que l'urine humaine abandonnée à elle-même est susceptible d'éprouver, nous offrons ici le résultat moyen d'un grand nombre d'observations faites sur l'urine de plusieurs individus, et non interrompues depuis le moment où ce liquide était sorti de la vessie, jusqu'à ce qu'elle ait été plus plus ou moins avancée dans sa décomposition.

L'urine du matin, bien colorée, très-odorante, bien constituée, sensiblement acide, mise dans un vase ouvert, dépose, en vingt-quatre ou quarante-huit heures, à sa surface, et sur-tout sur le fond du vase qui la contient, de petits cristaux rouges à facettes très-brillantes. Ce sel, qu'on nomme communément *sable de l'urine*, est de l'acide urique; l'urine reste acide tant que ce corps s'en sépare. En quelques jours, de quatre à huit, la température de l'air n'étant que peu au-dessus de dix degrés, sa couleur s'affaiblit, sa qualité acide se perd, et l'urine commence à devenir alcaline. Alors on ne voit plus se déposer de cristaux rouges ou d'acide urique; il se forme à la surface une pellicule blanche, légère, comme glaireuse, dans laquelle on aperçoit des cristaux blancs prismatiques; on retrouve le même sel alongé, semé de toutes parts dans le nuage d'abord blanc, ensuite coloré et rougeâtre, qui se forme en même temps que la pellicule. Le nombre et la grosseur de ces cristaux augmentent pendant six à huit jours; lorsqu'ils cessent de croître, l'urine répand une forte odeur d'am-

moniaque. Recueillis par le filtre et un triage exact, ces cristaux, petits, mais brillans et bien transparens, offrent, à une forte loupe, des prismes à six pans, terminés par des pyramides à six faces; quelques-uns sont à quatre pans, ainsi que leurs pyramides; il en est une troisième variété dont on ne peut déterminer la forme. En les soumettant à l'analyse chimique, nous les avons reconnus pour de véritable phosphate ammoniaco-magnésien, semblable à celui des calculs blancs, ou de leurs couches blanches et spathiques.

La liqueur séparée de ces cristaux par le filtre est très-sensiblement ammoniacale; l'alcali fixe n'y donne aucun précipité; elle fait une vive effervescence avec les acides, et montre ainsi qu'il s'est formé de l'acide carbonique en même temps que de l'ammoniaque. Evaporée en consistance de sirop, l'acide muriatique y développe une odeur très-forte de vinaigre; l'acide nitrique n'y forme plus les masses cristallines blanches précipitées tout à coup dont nous avons déja parlé dans notre mémoire sur l'urine de cheval, et qu'on obtient avec l'urine fraîche également évaporée.

Plusieurs phénomènes également importans existent donc ici, nos VIII et IX, pendant l'altération spontanée dont l'urine est susceptible.

1°. L'acide urique se dépose en cristaux rouges, tant que l'urine est acide; et cette séparation est due au simple refroidissement de l'urine et à son repos.

2°. Dès la première formation d'ammoniaque, ces cristaux rouges ne paroissent plus; ils sont remplacés par

un nuage blanc dû à du phosphate de chaux, et à une matière albumineuse, qui cessent d'être dissolubles dans l'urine, à mesure que son acide phosphorique libre est saturé par la première portion d'ammoniaque formée; ce phosphate d'ammoniaque augmente en proportion dans cette liqueur; à l'acide urique succède aussi de l'urate d'ammoniaque qui se dépose avec le phosphate de chaux: en sorte que le dépôt qui forme le nuage ou l'énéorème est composé d'une espèce d'albumine, de phosphate de chaux, d'acide urique et d'urate d'ammoniaque.

3°. La formation d'ammoniaque allant toujours en augmentant, lorsque tout l'acide phosphorique libre de l'urine et tout son acide urique sont saturés, cette ammoniaque croissant en proportion, se porte sur le phosphate de magnésie, s'y unit, quoique ce sel soit neutre et saturé, le convertit en sel triple, le rend moins dissoluble et bien plus cristallisable qu'il ne l'était. Alors ce sel se dépose en cristaux blancs prismatiques et alongés; alors il est si abondant, qu'il forme une pellicule saline à la surface de l'urine, qu'il revêt les parois du vase, qu'il s'attache de toutes parts au nuage suspendu dans ce liquide. Il existait donc du phosphate de magnésie naturel dans l'urine; mais l'ammoniaco-magnésien, ou plutôt le phosphate de magnésie ammoniaqué, ne s'y trouve qu'après l'ammoniacation ou la formation de l'ammoniaque, et il est vraisemblable que celle-ci doit avoir lieu de même dans les cas de calculs spathiques.

4°. Avec l'ammoniaque, il se forme dans l'urine une

quantité notable d'acide carbonique : de sorte qu'après la saturation complète et parfaite des acides phosphorique et urique libre, des phosphates de soude et de magnésie, ce liquide devient une dissolution assez forte de carbonate d'ammoniaque, pour faire effervescence avec les acides, pour répandre l'odeur ammoniacale mêlée d'une fétidité particulière, pour verdir fortement le sirop de violettes, pour donner, à la distillation du bain-marie, ce sel même en cristaux ou en dissolution saturée.

5°. Il se forme également de l'acide acéteux qui est saturé d'ammoniaque ; de sorte qu'on peut obtenir de l'acétite ammoniacal par la distillation, comme nous l'avons déja indiqué. La source de ces trois matières fournit tout à la fois, pendant cette altération spontanée de l'urine, savoir de l'ammoniaque, des acides carbonique et acéteux, la substance commune d'où elles tirent leur origine par une fermentation tout à la fois putride et acéteuse ; c'est la matière déja tant de fois annoncée, qui caractérise l'urine dans toutes ses propriétés, et notamment dans celle de s'altérer ainsi si promptement et si profondément. Aussi voit-on la couleur et l'odeur du liquide changer si essentiellement pendant ces transmutations ; aussi, quand elles ont eu lieu, ne reste-t-il plus assez de cette matière urinaire intacte pour être déposée en cristaux par l'addition de l'acide nitrique, ainsi qu'elle le fait dans l'urine fraîche évaporée, comme nous le montrerons par la suite.

6°. Quand l'urine est devenue ammoniaco-acéteuse,

elle ne contient plus que des phosphates et des muriates alcalins, brunis encore par un reste de matière colorante, défendue contre une dernière altération par l'abondance des sels. C'est pour cela qu'on a recommandé de la laisser pourrir pour en obtenir les sels fusibles, afin d'y augmenter la quantité de phosphate d'ammoniaque, et de diminuer celle de la matière visqueuse et colorante qui en empêche jusqu'à un certain point l'extraction et la cristallisation par son adhérence avec l'eau et le sel, ainsi que par sa déliquescence.

X. Mais il est quelques circonstances où l'altération spontanée de l'urine ne présente pas exactement les mêmes ni tous les phénomènes dont nous venons d'énoncer la série. Souvent, dans le même individu, dans un état de santé à très-peu près uniforme, mais sans doute dans une variation de forces ou de fonctions qui n'a point encore été appréciée, l'urine, au lieu de montrer la pellicule saline et l'odeur ammoniacale violente indiquée, se couvre de moisissure le cinquième ou le sixième jour, après avoir déposé les cristaux rouges d'acide urique, et le nuage blanchâtre. La moisissure verte et blanche végète et augmente pendant vingt jours. Sous la pellicule qu'elle recouvre, lorsqu'on l'enlève, et par le côté où elle touche l'urine, on voit une petite quantité de cristaux blancs prismatiques de phosphate de magnésie ammoniaqué. La liqueur ne contient pas de carbonate ammoniacal à nu; on y trouve souvent, au contraire, des traces d'acide; elle précipite par les alcalis

fixes pendant son évaporation ; elle répand la même odeur à peu près que l'urine fraîche ; épaissie, l'acide muriatique y montre de l'acide benzoïque, et donne l'odeur acéteuse : l'acide nitrique la fait prendre en cristaux blancs nacrés, comme l'urine fraîche et non altérée, évaporée. Il est bien évident que, dans ce dernier cas, qui est assez fréquent dans chaque individu, et que le citoyen Hallé avait déja observé relativement à la moisissure et à l'acescence, l'urine n'éprouve pas la même altération que dans le premier, qu'il s'y précipite moins de phosphate ammoniaco-magnésien, parce qu'il s'y forme beaucoup moins d'ammoniaque, qu'en général elle se conserve plus dans son état naturel.

En comparant entre elles sur le même individu cette altérabilité facile ou difficile de l'urine, dans des temps, des températures, et toutes circonstances d'ailleurs égales, nous avons vu que, dans les premiers jours de vendémiaire dernier, sur sept urines de la matinée ou du réveil, trois se sont alcalisées très-promptement, et quatre se sont conservées sans offrir de signes d'ammoniaque libre. Ces dernières ont donné plus de cristaux d'acide urique et moins de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien ; celles qui se sont fortement alcalisées ont donné un précipité abondant de matière glaireuse, filante, très-fétide, et ne se sont pas couvertes de moisissure ; elles n'ont plus fourni ensuite de masse cristalline avec l'acide nitrique.

Cette propriété de s'alcaliser fortement dans un cas, et très-difficilement dans un autre, dépend de la

proportion variée des principes de l'urine; car il n'y a pas lieu de douter qu'elle contient toujours les mêmes principes, au moins dans la santé. Nous montrerons par la suite que la matière particulière qui constitue le caractère distinctif de l'urine ne peut qu'avec beaucoup de difficulté et de lenteur fermenter seule, qu'elle a besoin pour cela d'une substance animale muqueuse qui semble lui servir de ferment, en se décomposant la première. Ainsi, lorsque l'urine conserve sa nature sans s'alcaliser, ou au moins ne s'ammoniaque que très-lentement, très-difficilement, nous avons trouvé que cela dépendait de ce que cette substance animale fermentescible manquait, ou au moins n'était pas assez abondante dans l'urine; et en effet, dans le cas où l'urine se conserve, on ne voit pas ces filamens muqueux se déposer comme dans celle qui s'alcalise promptement.

Cette propriété de s'alcaliser promptement, dépendant, à ce qu'il nous paraît, de la présence d'une proportion de gélatine ou d'albumine assez considérable, peut être annoncée dans l'urine par sa couleur plus pâle, une légère viscosité, un nuage plus épais et plus rapidement formé, et sur-tout un précipité bien plus abondant et bien plus lourd par le tannin. Ce dernier fait, qui mérite la plus grande considération de la part des médecins, qui a été annoncé, il y a quatre ans, pour la première fois, par le citoyen Séguin, pourra devenir un des traits les plus marquans de la séméiotique pathologique, et peut-être une des lumières les plus vives de la physiologie.

Voilà donc bien manifestement, outre les différences générales déja notées dans les urines, deux genres de liquides urinaires qu'il faut soigneusement distinguer l'un de l'autre dans le même individu ; l'un contenant sensiblement, l'autre ne contenant presque point de matière animale fermentescible et gélatineuse. Il semblerait possible autant que naturel d'attribuer la première à une digestion plus faible, ou à une trop grande surcharge d'alimens, et de la présenter comme un des moyens propres à déterminer l'état des forces digestives ; mais ne devançons pas le produit plus tardif de recherches encore trop peu avancées, et ne compromettons pas le sort de ces utiles travaux par une explication toujours hasardée, tant qu'elle ne repose pas sur des expériences nombreuses et décisives.

XI. Schéele a le premier indiqué l'acide benzoïque dans l'urine humaine, sur-tout dans celle des enfans. Le moyen de le trouver consiste, soit à chauffer doucement ce qu'on nomme l'extrait d'urine, pour obtenir l'acide sublimé, soit à faire évaporer l'urine fraîche jusqu'en consistance de sirop clair ; alors l'acide muriatique, versé dans cette liqueur, y forme un précipité blanc, léger, très-reconnaissable pour l'acide benzoïque. C'est ainsi que nous avons recommandé de traiter les urines de cheval et de vache, ou même les eaux de leurs fumiers, pour se procurer, même assez abondamment, cet acide : car, comme nous l'avons fait observer, l'urine des mammifères, qui vivent d'herbes ou de graines, est

infiniment plus benzoïfère que celle de l'homme. Nous observerons à cet égard que l'acide benzoïque est une des matières qui nous a paru être la plus variable, et le plus ordinairement la moins abondante de celles qui saturent ce liquide excrémentitiel. Il y a cependant, à ce qu'il paraît, quelques circonstances où l'urine de l'homme contient beaucoup plus de cet acide que dans l'état le plus habituel. Nous l'avons rencontré variant entre un dix-millième et un millième, et, dans l'urine d'un malade dont la maladie ne nous a pas été indiquée, il étoit à la proportion de $\frac{1}{512}$. A la vérité, la matière urinaire que l'acide nitrique précipite en cristaux n'existait plus dans cette urine.

Nous n'avons pas eu l'occasion d'examiner les urines des enfans de manière à déterminer avec exactitude la différence qui existe entre elles et celles des adultes par rapport à l'acide benzoïque.

XII. Nous avons inutilement cherché l'oxalate de chaux dans l'urine humaine, comme nous nous y attendions, quoique nous dussions nous livrer à cette recherche d'après ce que nous avions trouvé dans l'analyse des calculs urinaires. Plus d'un sixième des calculs que nous avons examinés, et voilà maintenant près de trois cents pierres analysées, nous ont offert ces concrétions moriformes, soit comme centre, soit comme pierres mûrales, formées d'oxalate de chaux mêlé d'une substance animale coagulée. Cette fréquence nous a engagés à rechercher si ce composé, si abondant d'ailleurs dans les

matières végétales, ne faisait pas partie des principes contenus dans l'urine. Aucun procédé, aucun moyen, pratiqué pour cette recherche, ne nous a réussi; aucune urine encore ne nous a offert de trace d'oxalate de chaux. Nous pensons donc que lorsque ce sel si peu soluble fait partie d'une concrétion calculeuse, c'est qu'il s'est formé immédiatement dans la vessie, ou plutôt c'est qu'au moment où il s'est formé, il a cessé d'être tenu en dissolution, et s'est déposé à mesure : et en effet nous n'avons pas trouvé une seule urine qui ne fût fortement précipitée par l'acide oxalique, et qui n'annonçât qu'elle ne pourrait pas tenir en dissolution de l'oxalate de chaux, puisqu'à mesure que nous l'y formions, il se séparait rapidement, et se déposait abondamment. Nous nous sommes d'ailleurs assurés que l'oxalate de chaux n'était pas plus soluble dans l'acide phosphorique que dans les autres acides; en sorte qu'il nous paraît en être de cette matière des calculs comme du phosphate ammoniaco-magnésien qui en fait aussi partie. Il n'est pas naturellement contenu dans l'urine; il ne s'y forme que dans quelques circonstances, dans quelques dispositions morbifiques rares; sa formation est, autant que sa concrétion, une cause pathologique; il n'est pas, en un mot, comme l'acide urique et le phosphate de chaux, un des principes de l'urine, un des excrémens nécessaires du corps humain : aussitôt qu'il y existe, une cause imminente et prompte de calcul urinaire existe aussi; tandis que l'acide urique et le phosphate calcaire, matières constamment excrémentitielles que l'urine entraîne avec

elle, sortent heureusement, chez le plus grand nombre des individus, sans se prendre en couches calculeuses. On conçoit cependant qu'il peut sortir et être évacué dans une urine trouble, peu de temps après qu'il aura été formé, si d'ailleurs les circonstances de la concrescibilité ne se trouvent pas réunies à sa formation. Ainsi nous pensons qu'on pourra le rencontrer dans quelques urines morbifiques, lorsqu'on se livrera aux travaux analytiques que l'art de guérir réclame impérieusement à cet égard.

Nous ferons la même observation sur la silice. Un seul calcul, il est vrai, nous l'a présentée; mais ce n'est point une raison pour qu'elle ne se trouve pas souvent dans l'urine; et l'on conçoit qu'inutile aux fonctions de notre corps, et portée cependant avec les alimens végétaux dans nos organes digestifs, elle doit être évacuée comme fardeau nuisible, comme surcharge étrangère, par le couloir des reins. Cependant nous ne l'avons point encore trouvée dans le liquide urinaire, soit qu'elle ne sorte que dans quelques circonstances particulières qui ne se seront pas encore rencontrées dans notre examen, soit qu'elle soit en si petite quantité qu'elle ait jusqu'ici échappé à nos procédés.

XIII. On peut conclure de ce qui a été exposé jusqu'ici que l'urine humaine contient plus de matériaux encore que les chimistes ne l'avaient dit jusqu'ici, que parmi les matériaux inconnus jusqu'à présent, se trouvent particulièrement : 1°. le phosphate de magnésie, qui devient ammoniaque lorsque le liquide s'altère;

2°. l'urate d'ammoniaque qui se forme à la même époque; 3°. l'albumine, que beaucoup d'auteurs y avoient niée; 4°. de l'acide oxalique, qui ne s'y forme, à la vérité, que dans quelques circonstances particulières, mais qui doit y exister pour se trouver dans les calculs moriformes; 5°. enfin la silice, que l'analyse n'y montre que très-difficilement, mais que quelques calculs, rares à la vérité, annoncent aussi devoir s'y rencontrer.

A ces cinq matières, dont la première est la seule constante dans toutes les urines, (les deux dernières très-rares et accidentelles, les deux autres seulement formées par l'altération dont l'urine est susceptible,) si l'on ajoute la production si prompte, si facile et si abondante de l'ammoniaque, celle de l'acide acéteux et de l'acide carbonique, on aura tout ce que nous avons pu découvrir, soit sur les principes remarquables de cette liqueur, soit sur les changemens qui lui arrivent en raison même de sa nature.

En comparant le résultat de ces dernières recherches avec ceux des différentes analyses faites avant nous sur l'urine de l'homme, nous trouvons que ce singulier liquide contient dix substances bien reconnues, et sur la présence desquelles toutes les expériences sont d'accord. Le dénombrement et les caractères de ces dix substances ne seront pas déplacés ici : d'ailleurs nous aurons occasion de joindre à l'exposé de chacune d'elles quelques faits nouveaux qui n'ont point trouvé place encore dans les détails précédens.

1°. Le *muriate de soude* : sa saveur salée et son

examen bien répété ne laissent aucun doute sur sa présence ; on verra cependant que les chimistes ont souvent été trompés sur sa forme modifiée par l'urine : celle-ci la rend octaëdre, au lieu de la laisser cubique.

2°. Le *muriate d'ammoniaque* : Rouelle a douté de son existence ; il est cependant tout contenu dans l'urine humaine : sa forme et la manière dont il se dépose souvent ont dû en effet induire les chimistes en erreur ; il se cristallise en cubes par l'évaporation spontanée, et imite le muriate de soude, qui, dans la même urine, cristallise en octaëdres. Nous ferons connaître la cause de cette double et inverse modification de figure, produite par la matière urinaire, dans le mémoire qui suivra celui-ci.

A ces deux muriates très-reconnaissables et très-bien prouvés par les muriates métalliques qu'on obtient de l'urine à l'aide des nitrates de plomb, d'argent et de mercure, nous ajouterons en particulier le muriate de potasse indiqué par Rouelle et par Schéele, quoiqu'il soit très-peu abondant, et peut-être même entièrement absent dans le plus grand nombre des urines.

Ces sels paraissent tenir le second rang, par rapport à leur proportion, parmi les matériaux de l'urine.

3°. Le *phosphate acide de chaux* : c'est lui que Rouelle nommait terre animale, et qu'il croyait beaucoup moins abondant qu'il ne l'est. On en doit la véritable connaissance à Schéele, qui a trouvé son identité avec la base des os, et son excès d'acide. On le démontre par l'acide oxalique qui en sépare la chaux, avec laquelle

il se dépose en sel insoluble, par l'ammoniaque et les alcalis caustiques qui précipitent le phosphate de chaux neutre et indissoluble, en absorbant l'acide qui le tenait en dissolution. Schéele a dit qu'il était plus abondant dans l'urine des malades, plus acide en même temps que celle des hommes en santé; il en a trouvé environ $\frac{1}{700}$ dans l'urine d'un adulte sain : il faut noter qu'il n'a compté que le phosphate calcaire neutre, sans l'acide phosphorique qui le dissout.

4°. Le *phosphate de magnésie :* nous l'avons d'abord trouvé ammoniaqué dans les calculs urinaires blancs et spathiques, ensuite dans l'urine. On l'y prouve par l'alcali fixe caustique qui précipite la magnésie en même temps que le phosphate de chaux : on sépare la première du second par l'acide acéteux. La proportion suit celle du phosphate de chaux, quoiqu'elle paraisse un peu moindre.

5°. Le *phosphate de soude :* il a été découvert par Haupt et Margraf; mais sa nature a été déterminée par Rouelle, bien avant M. Vestrumb. Il s'effleurit à l'air; il est souvent avec un léger excès de soude, et verdit les couleurs bleues végétales; il s'unit très-aisément au phosphate d'ammoniaque, et peut-être même avec l'ammoniaque seule, qui le porte à l'état de sel triple.

6°. *Le phosphate d'ammoniaque :* il est peu abondant lorsque l'urine est fraîche; il augmente en proportion à mesure qu'elle s'altère et pourrit. Il est lié en sel triple avec le phosphate de soude, et non avec le phosphate

de magnésie, qui n'absorbe que l'ammoniaque seule. C'est lui seul qui donne du phosphore, lorsqu'on pousse au grand feu l'extrait d'urine seul.

Les quatre phosphates de l'urine sont tous décomposés en même temps par les nitrates métalliques, et lorsqu'on chauffe les précipités de mercure, de plomb, d'argent qu'on en obtient, on dégage du phosphore de ces matières. Ainsi le précipité rose de Lemery contient du phosphate et du muriate de mercure. En le lavant avec beaucoup d'eau et d'alcool, et le chauffant ensuite dans une fiole, on obtient du muriate de mercure simple ou doux. Le résidu poussé à grand feu donne du phosphore; les trois phosphates solubles paraissent être ensemble au moins aussi abondans que les muriates dans l'urine humaine.

7°. *L'acide urique* : Schéele, après l'avoir découvert dans les calculs urinaires humains, l'a trouvé dans l'urine; il a même annoncé que le précipité briqueté des fièvres intermittentes était de cette nature. Nous avons vu qu'il se déposait le premier des urines pendant leur refroidissement, qu'il formait le sable rouge si aisément soluble dans les alcalis caustiques. On l'obtient facilement en traitant le résidu de l'urine évaporé doucement par une lessive de potasse, et en décomposant celle-ci par l'acide muriatique.

8°. *L'acide benzoïque*, encore découvert par Schéele, entrevu cependant par Rouelle le cadet, et qu'on trouve beaucoup plus abondamment dans quelques urines. On

l'obtient en évaporant doucement une urine jusqu'en consistance de sirop, en la mêlant avec un dixième de son poids d'acide sulfurique concentré, et en distillant. On traite le produit par la potasse, qui le dissout; on concentre la dissolution, et on la précipite par un acide plus puissant.

Cet acide est beaucoup plus abondant chez les enfans, dont l'urine ne contient pas ou presque pas de phosphate. Il semble que dans cet âge de la forte et rapide ossification, l'urine humaine se rapproche de la nature de l'urine des mammifères herbivores et frugivores.

9°. *La gélatine* et *l'albumine*. Nous les montrons dans l'urine par le nuage souvent filant et muqueux qu'elles forment à mesure que l'ammoniaque s'y développe, par les filamens qu'elle donne à l'aide de l'ammoniaque, ou d'un alcali employé seulement à la dose nécessaire pour saturer l'acide qui tenait cette matière en dissolution; par les flocons coagulés que présente une urine dans les progrès de l'évaporation faite soigneusement; par le tannin qui la précipite et fournit même un moyen d'en estimer la proportion; enfin par la rapide putréfaction qui s'empare d'une urine qui la contient le plus abondamment, tandis que celle qui n'en contient point ou presque point se conserve long-temps sans altération. C'est cette gélatine et cette albumine singulièrement augmentées qui semblent être la première cause de la formation des calculs; car les matières qui les composent, portées même jusqu'à la précipitation par leur grande

abondance et par une altération de l'urine, troubleraient, épaissiraient ce liquide, mais sortiraient avec lui, comme cela se voit dans beaucoup de circonstances de maladies, si cette substance concrescible, floconneuse, plastique encore, quoiqu'appartenant déja aux résidus excrémentitiels, en se solidifiant, n'attirait, ne retenait, ne serrait en quelque sorte les molécules d'acide urique ou de phosphates terreux précipitées. Nous verrons encore dans le mémoire suivant d'autres occasions où cette albumine urinaire joue d'autres rôles dans les phénomènes de l'économie animale. Cette matière gélatino-albumineuse varie beaucoup. La principale cause de ses variations paraît être dans un certain rapport avec la proportion d'aliment, avec celui qu'absorbe ou que refuse le système chyleux, avec les forces digestives, avec les diversités de ces forces, etc.

10°. Enfin une matière beaucoup plus abondante que les précédentes, qui donne à l'urine sa couleur, son odeur, sa saveur, ses caractères individuels de liquide urinaire et excrémentitiel, dont la quantité, vingt fois au moins plus considérable que celle des substances salines précédentes prises toutes ensemble, fait la plus grande masse du résidu que l'on obtient lorsqu'on évapore l'urine. C'est cette matière qu'on a prise pour un extrait animal, que Rouelle a cependant distinguée de l'extrait qu'il admettait en même temps dans l'urine par le nom de matière savonneuse, que Schéele a nommée extractive huileuse. C'est à elle qu'il faut rapporter la

cristallisation presque totale de l'urine évaporée en sirop, sa mauvaise odeur, son altérabilité, et sa propriété fermentescible, la formation de l'ammoniaque, la modification de forme des muriates, la précipitation de l'urine épaissie en sirop par l'acide nitrique en écailles et en filets brillans nacrés. Enfin c'est sur cette matière excrémentitielle, peu examinée encore, qu'il nous est permis de regarder comme nouvelle, malgré les premières notions qu'en a données Rouelle, que nous en avons données nous-mêmes dans un mémoire rédigé il y a plus d'un an, celles encore qu'on trouve dans l'ouvrage anglais du docteur Rollo sur le diabète sucré; c'est sur cette très-remarquable substance animale excrémentitielle, tout azotée, toute prête de passer à l'état d'ammoniaque, que nous avons l'intention de porter bientôt les vues des physiologistes et des médecins, parce que nous sentons que sa connaissance sera d'un grand intérêt pour celle de l'économie animale. Aussi nous nous bornerons à ce rapide exposé dans ce mémoire, et nous consacrerons le mémoire suivant tout entier à en décrire les propriétés et les caractères.

Dans ce dénombrement des dix substances qui constituent l'urine humaine, nous n'avons compris ni le sulfate de soude dont Rouelle le cadet a fait une mention expresse, mais que nous n'avons pas trouvé dans l'urine: nous pensons même qu'il a pu prendre le phosphate de soude pour ce sel, avant qu'il eût fait connaître lui-même la nature de ce phosphate; ni le sulfate de chaux

que quelques chimistes ont indiqué, mais qui paraît n'exister que très-rarement dans l'urine. Nous avons traité de même l'extrait animal brun ou coloré admis par Rouelle le cadet, et dont il nous a été impossible de constater l'existence. On sait par quelles raisons nous n'avons pas parlé davantage et de l'acide oxalique et de la silice.

XIV. De ces dix matériaux constituant l'urine humaine, et ne variant que dans leur proportion, un seul, mais aussi le plus abondant, le plus caractéristique, le plus compliqué dans sa composition; le seul qui, avec l'acide urique, soit de nature animalisée, mais l'emportant beaucoup sur lui, et par sa masse, et par sa dissolubilité; le seul dont nous ne voulons pas encore parler ici en détail, et qui cependant se trouve par-tout sur nos pas, quand nous ne desirons traiter que de quelque propriété de l'urine, parce qu'il les influence et les dirige en quelque sorte toutes; ce corps véritablement urinaire, enfin, change tout cet état de composition, modifie chacun des matériaux de l'urine; et tout en la caractérisant encore par la forte altérabilité fermentescible qu'il lui communique, semble cependant la convertir en un être nouveau, très-différent de ce qu'il a été, et dont l'analyse offre ensuite d'autres résultats. Rappelons ici ce que l'urine fermentée et pourrie nous a offert; rapprochons les traits épars que nous avons tracés sur cette décomposition, et voyons que, dans le chemin même

de cette altération qui n'appartient déja plus au corps vivant que par la faculté si éminemment putréfiable qu'elle en a reçue, cette matière ajoute, soit en se combinant, soit en se décomposant, neuf matières secondaires aux dix premières que la nature a placées dansl'urine.

En effet, 1°. la proportion d'ammoniaque va sans cesse croissant;

2°. L'acide phosphorique libre en est saturé, et l'urine contient de plus en plus de phosphate ammoniacal;

3°. Le phosphate de magnésie s'unit à cette ammoniaque, et forme le phosphate ammoniaco-magnésien qui se cristallise en prismes.

4°. L'acide urique s'arrête dans sa précipitation isolée; et, saturé d'ammoniaque, il passe à l'état d'urate ammoniacal qui se dépose avec les phosphates terreux.

5°. L'acide acéteux produit trouve aussi de l'ammoniaque qui le sature, de sorte qu'il ne paraît que par l'addition d'un acide.

6°. L'acide benzoïque passe à l'état de benzoate d'ammoniaque.

7°. Le muriate de soude dissous dans l'urine s'unit à une portion de la matière colorante, et se cristallise en octaëdres : on peut même ralentir sa décomposition, en saturant de l'urine de ce sel, dont les cristaux prennent constamment la forme octaédrique.

8°. Le muriate d'ammoniaque naturellement contenu dans ce liquide se cristallise en cubes par sa combinaison avec la même matière.

9°. Enfin le carbonate d'ammoniaque s'y forme si abondamment, que l'urine pourrie fait effervescence avec les acides, et qu'elle donne ce sel à la plus légère action de la chaleur. Ce fait est même d'une application très-utile aux manufactures qui s'occupent des substances animales, et il devient la source d'un produit important pour les arts.

On peut encore ajouter à ce tableau des phénomènes de l'urine altérée, et sur les matières nouvelles qui s'y forment, que l'ammoniaque précipite de l'urine les matières gélatineuse et albumineuse qui y étaient dissoutes par l'acide phosphorique, à mesure que celui-ci est saturé, et qu'ainsi les phosphates terreux qui sont précipités par la même cause et par le même alcali, sont plus ou moins chargés de ces matières animales, de manière à noircir constamment et à se charbonner, quoique bien lavés après leur précipitation, comme la matière osseuse le fait.

Nous ne savons pas encore si c'est la matière urinaire qui se convertit en acide oxalique, dans le cas où se forme un calcul mûral dans la vessie. Ici l'observation nous abandonne ; une lueur encore trop faible d'analogie nous éclaire trop peu et de trop loin. Il est temps d'ailleurs de terminer à ce point de notre travail le premier mémoire qui le concerne. Dans le vaste, dans l'immense tableau de faits que présente à l'observateur la nature des urines, les scènes sont si multipliées, si rapides, si rapprochées les unes des autres, qu'il faut

beaucoup de temps pour les voir, pour les reconnaître et pour les décrire. Dans un second mémoire nous prendrons ce grand tableau sous un autre aspect, et nous prouverons, en en copiant en quelque sorte une autre scène, combien la physique animale et l'art de guérir sont intéressés aux vérités que nous avons à lui faire connaître, et encore bien plus à la recherche de celles qui, malgré nos efforts, nous échapperont ou ne seront de long-temps découvertes, si plusieurs physiciens ne nous aident à exploiter cette inépuisable source de richesses naturelles.

SECOND MÉMOIRE

Pour servir à l'histoire naturelle, chimique et médicale de l'urine humaine,

Dans lequel on s'occupe spécialement des propriétés de la matière particulière qui la caractérise,

Par les citoyens FOURCROY et VAUQUELIN.

Lu les 16 et 21 fructidor an 7.

§. Ier.

Notes historiques sur la distinction de la matière particulière à l'urine.

NOUS avons dit dans le mémoire précédent que l'odeur, la couleur, la saveur, l'altérabilité de l'urine humaine, et l'on peut étendre cela à toute urine, étaient dues à une matière particulière qui formait le plus abondant de ses matériaux, qui la faisait différer de tous les autres liquides animaux, qui la caractérisait liquide urinaire, et sans laquelle elle ne serait pas en effet ce qu'elle est. Nous avons ajouté que cette matière méritait une attention et une étude suivies, qu'elle devait fixer spéciale-

ment les regards du physiologiste et du médecin ; qu'elle contenait en elle la solution de plusieurs des problèmes de l'économie animale, et que pour en faire connaître au moins l'importance, nous en traiterions dans un mémoire particulier. Tel est le sujet de celui-ci. Avant d'y exposer ce qu'il nous a été permis de découvrir sur la matière urinaire, examinons si cette substance singulière a déja été connue, si les chimistes s'en sont occupés, s'ils l'ont distinguée et caractérisée au moins suffisamment pour attirer sur elle l'attention et l'intérêt qu'elle doit inspirer à ceux qui s'occupent sur-tout de la physique animale.

On cherche inutilement dans tous les auteurs qui ont écrit sur l'urine et sur ses sels avant Rouelle le cadet, pour trouver quelques notions un peu précises sur cette matière : on reconnaît bien, dans la plupart de ces auteurs, ceux sur-tout qui ont considéré l'urine chimiquement, qu'ils ont aperçu ce corps remarquable; mais ils ne l'ont, ni assez étudié, ni assez séparé des autres principes de l'urine, pour s'en former et en donner une idée convenable.

C'est sans doute cette matière dont Bellini, qui a plus considéré l'urine en médecin qu'en chimiste, avait observé la qualité teignante et la propriété de nuancer si diversement cette liqueur excrémentielle suivant les variations de sa quantité relative à celle de l'eau; mais, tout entier occupé de la coloration de l'urine, il n'a pas même songé à rechercher la nature de la matière colorante.

Boerhaave, en parlant de l'espèce de *sapa* ou de l'extrait de l'urine, le compare à une sorte de miel, qu'il annonce être amer, âcre et non alcalin. Malgré le peu d'exactitude sur la nature de cette matière, on verra que l'illustre professeur de Leyde a soupçonné, avec une grande sagacité, la raison de la sortie de cette matière hors du corps des animaux.

Margraf, en décrivant le sel d'urine, qui donne du phosphore par la distillation, dit qu'il se dépose avec lui une matière grasse, *fæces pingues*, qui donne de l'esprit, du sel, et de l'huile par la distillation.

Pott, Schlosser, Haupt et beaucoup d'autres, l'ont bien également entrevue, et il était impossible qu'elle échappât tout-à-fait à des hommes qui observaient les urines par différens moyens chimiques; mais exclusivement occupés des sels de ce liquide animal, ils n'ont rien dit en particulier de cette substance.

Rouelle le cadet est le premier qui en ait fait une mention plus expresse, qui en ait mieux saisi quelques-uns des caractères, et qui l'ait décrite, il y a plus de vingt-cinq ans, sous un nom particulier, avec l'intention bien manifeste de la présenter comme une substance distincte. Voici les faits relatifs à cet objet, qu'il a consignés dans ses observations sur l'urine humaine, *Journal de médecine*, novembre 1773. Il y distinguait, outre les sels, deux substances, l'une savonneuse, l'autre extractive; la première bien dissoluble dans l'alcool, la seconde indissoluble; celle-là beaucoup plus abondante que l'extractive. D'après des observations suivies, il avoit an-

noncé la substance savonneuse, d'un brun foncé, d'une mauvaise odeur, d'une consistance onctueuse, cristallisable comme une matière saline, non susceptible de dessiccation, se comportant au feu comme un corps muqueux, attirant puissamment l'humidité de l'air, se liquéfiant, contenant de l'acide muriatique dans un état de combinaison que l'auteur avait promis de faire connaître, mais sur lequel il ne s'est pas expliqué depuis; donnant par l'analyse beaucoup plus de la moitié de son poids d'alcali volatil, peu d'huile et du sel ammoniac, n'ayant rien d'alcalin dans son résidu. Il est bien évident que, par toutes ces propriétés, Rouelle avait très-bien caractérisé une substance particulière qu'il vouloit sur-tout faire distinguer des extraits, et que c'est bien celle qui va nous occuper. Cet habile chimiste regardait ce corps qu'il nommait *substance savonneuse* de l'urine, comme *la matière nutritive des végétaux, changée de nature par la digestion et la circulation, et par les nouvelles combinaisons qu'elle avoit éprouvées en passant dans l'économie animale, avec laquelle elle s'était identifiée.* Rouelle a d'ailleurs vu encore que cette substance était, avec la matière extractive, la plus altérable de toutes celles qui étaient contenues dans l'urine.

Presque oubliée depuis Rouelle le cadet, elle semble avoir échappé depuis ce temps aux chimistes qui se sont occupés de l'urine. Schéele, dans son mémoire sur le calcul de la vessie, la désigne, sans la décrire, sous le nom de *matière extractive huileuse.* Nous avons trouvé

seulement, dans le compte que la *Bibliothèque britannique* a rendu de l'ouvrage de Rollo sur le diabète sucré, cahier d'avril 1798, un passage qui prouve que M. Cruikshanck, dans son examen de l'urine, destiné à l'éclairer sur ses changemens morbifiques, a connu quelques propriétés de la substance qui va nous occuper, et l'a distinguée de toutes celles qui avaient été annoncées jusqu'ici, puisqu'il a fait mention de deux de ses caractères distinctifs les plus frappans, et dont nous parlerons bientôt avec beaucoup de détail. Voici comment s'exprime l'auteur de l'*Extrait de Rollo*, ouvrage cité, page 313. « La matière extractive animale (de l'urine) donne, par la distillation, d'abord de l'eau imprégnée de carbonate d'ammoniaque, ensuite le même sel concret, puis une huile empyreumatique fétide, après cela un peu de phosphore, et enfin un charbon animal difficile à réduire en cendres. Traitée avec un poids double ou triple d'acide nitreux, elle donne la moitié de son poids d'écailles plates, rhomboïdales et brillantes, semblables à l'acide du borax. Par une chaleur douce, ces écailles s'évaporent en fumée blanche; par une chaleur forte, elles brûlent avec une flamme rouge et une sorte de détonation semblable à celle du nitrate d'ammoniaque ». Mais nous devons faire remarquer que l'ouvrage de MM. Cruikshanck et Rollo n'est venu à notre connaissance que plus d'un an après que nous avions annoncé, dans notre mémoire sur l'urine de cheval, la matière particulière qui fait le sujet de celui-ci, et spécialement indiqué le caractère le plus frappant qu'elle présente,

celui de se précipiter par l'acide nitrique, dont les chimistes que nous venons de citer ont fait, en quelque sorte, ressortir la singularité et la nouveauté dans leur ouvrage.

§. II.

Extraction de la matière urinaire particulière.

Quoique nous ayons déja dit dans le mémoire précédent, qu'on obtenait cette substance urinaire par l'évaporation, cet énoncé ne suffit pas, et il faut d'abord exposer la méthode par laquelle nous la séparons de ce liquide animal. On évapore à un feu doux dans un vase de verre, de porcelaine ou d'argent, et sans la faire bouillir, de l'urine d'adulte, rendue sept à huit heures après le repas; on pousse cette évaporation jusqu'à ce que l'urine ait acquis la consistance de sirop épais. Dans cet état, l'urine est brune foncée, d'une odeur fétide, d'une nature sensiblement ammoniacale. Pendant le refroidissement auquel on l'expose, toute la masse se prend en cristaux grenus, qui sont un mélange de tous les sels avec la matière urinaire. Pour obtenir celle-ci, on jette sur la masse quatre fois son poids d'alcool en différentes reprises, on chauffe légèrement; on voit la plus grande partie se dissoudre et donner une couleur brune obscure à la liqueur; il reste une matière saline presque blanche, que Rouelle avait conseillé d'obtenir ainsi, et c'était à cause de sa dissolubilité dans l'alcool qu'il nommait celle que ce dissolvant enlevait, *matière savonneuse*.

On verse la dissolution alcoolique brune dans une cornue de verre; on la distille au bain de sable, et on obtient un alcool fétide, chargé de carbonate d'ammoniaque, qui fait effervescence avec les acides, et qui prend une couleur rosée par leur addition, parce qu'il entraîne avec lui une certaine proportion de la matière animale. On continue cette distillation jusqu'à une ébullition bien établie, et jusqu'à l'épaississement sirupeux de la liqueur. Alors tout l'alcool est dissipé, et la matière se cristallise toute entière en refroidissant sous la forme de lames entrecoupées, subquadrangulaires, dont les bords semblent être découpés, d'un blanc brillant jaunâtre et même brunâtre dans beaucoup de points. Cette masse cristalline exhale une odeur d'urine fétide et alliacée; elle attire l'humidité de l'air, et se convertit, couche par couche, en un liquide épais brun. Son odeur est surtout extrêmement caractéristique; elle est d'une fétidité insupportable, analogue à celle des sulfures arséniqués. Outre le dégoût qu'elle fait naître, elle semble menacer de produire des maladies par la répugnance qu'elle provoque, et nous avons lieu de croire qu'en la travaillant plusieurs heures de suite, nous y avons contracté une douleur de tête et du malaise.

Quand on veut détacher cette matière des vases où elle s'est déposée sous forme cristalline, elle présente une sorte de pâte grenue, difficile à couper, visqueuse, tenace, très-solide à l'intérieur, plus molle à ses surfaces, imitant un miel épais auquel Rouelle la comparait, comme l'avait déja fait Boerhaave long-temps

auparavant. Elle se dissout si rapidement dans l'eau, qu'il suffit d'en verser une petite quantité sur le vase qui la contient, pour l'en détacher très-promptement, et pour la réduire, par la plus légère agitation, en un liquide brun épais. Pendant cette dissolution, il se produit un refroidissement très-sensible.

La saveur de cette matière est forte, piquante, analogue à celle des sels ammoniacaux; elle est un peu moins dissoluble dans l'alcool que dans l'eau; sa dissolution alcoolique chaude donne des cristaux beaucoup plus facilement par le refroidissement, que celle qui a été faite par l'eau.

Lorsqu'on mêle sa dissolution aqueuse un peu concentrée avec de l'acide nitrique, il se dépose à l'instant des lames cristallines blanches, brillantes et nacrées. L'urine, épaissie fortement, présente absolument le même phénomène; il semble que la matière de l'urine forme avec l'acide une sorte de sel peu dissoluble et très-cristallisable. Cette propriété est une des plus singulières et des plus caractéristiques de la substance qui nous occupe. Les autres acides ne produisent pas le même effet. Le muriatique précipite en flocons bruns sa dissolution dans l'alcool.

Sa dissolution dans l'eau est d'une couleur brune, quand ce liquide est peu abondant; on la fait passer par toutes les nuances d'orange, de jaune et de citrin, par la quantité du dissolvant, de sorte à imiter toutes les urines possibles; sa dissolution concentrée précipite le nitrate de plomb en jaune brun, qu'on peut redissoudre

pendant quelque temps dans beaucoup d'eau. En évaporant la liqueur d'où s'est formé le précipité, on obtient de petits cristaux brillans et argentés. En traitant le précipité de plomb au chalumeau, il se boursoufle, noircit, se dissipe en fumée blanche, et laisse un bouton de plomb métallique. Cette dissolution précipite en blanc les nitrates de mercure et d'argent; mêlée avec du muriate suroxigéné de mercure qu'elle ne précipite point, elle donne à l'oxide qu'on en sépare à l'aide d'un alcali, une couleur gris de lin. Il paraît que c'est cette matière qui donne à l'urine la propriété de former, avec la dissolution nitrique de mercure, un précipité rose que Lemery avait déja reconnu et décrit à la fin du siècle dernier.

La noix de galle donne à la dissolution de cette matière une couleur fauve jaunâtre, sans la précipiter.

Le tannin en change un peu la couleur, mais ne la précipite pas, de sorte qu'il peut servir avec avantage pour la séparer en quelque manière, ou plutôt pour séparer d'elle la matière animale albumineuse qui l'accompagne dans l'urine.

Nous avons déja fait observer dans le mémoire précédent que cette matière, source commune de la couleur, de l'odeur, de la saveur, en un mot, des propriétés caractéristiques de l'urine, se faisait encore remarquer par sa forte tendance à se pourrir et à se convertir en acides acéteux et carbonique, et spécialement en ammoniaque, ainsi que par la variation de forme qu'elle donnait aux muriates de soude et d'ammoniaque. Voilà donc un assez grand nombre de caractères spécifiques pour la

distinguer comme une matière différente de tout ce qu'on a connu jusqu'ici ; pour faire connaître son existence particulière, ainsi que la nécessité d'en étudier avec soin les propriétés, et de plus celle de la désigner par une dénomination spéciale : car il est bien évident que le nom de *matière savonneuse animale* que Rouelle le cadet, et celle de *matière extractive animale* ou *huileuse*, que quelques autres chimistes lui avoient imposée, ne sont ni exactes, ni satisfaisantes. Elle paraît d'ailleurs être chargée d'un rôle trop important dans l'économie des animaux, pour ne pas fixer sur elle, et par une dénomination particulière, l'attention de tous les hommes qui s'occupent de physique animale. Nous la nommerons donc *urée*, et ce nom qui n'offre rien de nouveau pour les médecins, en se liant naturellement dans la mémoire avec celui d'urine, et avec tous les termes d'anatomie, de physiologie et de médecine, qui se rapportent aux organes, aux fonctions et aux altérations qu'offre ce liquide, rappellera toujours et la substance d'où elle provient, et la nature spécialement urinaire que sa combinaison détermine.

Passons maintenant, sous le nom qui en désigne la nature particulière, à l'examen détaillé de quelques-unes des propriétés qui la caractérisent, et décrivons les premières expériences auxquelles nous l'avons soumise.

§. III.

Distillation de l'urée seule.

Distillée dans une cornue de verre à un feu ménagé d'abord, et poussé jusqu'à faire rougir le vaisseau, avec les appareils et les soins convenables à l'exactitude de l'expérience, l'urée s'est promptement fondue; presque dès la première impression du feu, il s'en est élevé une vapeur blanche qui s'est condensée et cristallisée au bec de la cornue, avec toutes les apparences de l'acide benzoïque. Bientôt il a succédé à ce premier sublimé un autre corps concret, très-reconnaissable pour du carbonate d'ammoniaque. Ce nouveau produit s'est montré sans interruption jusqu'à la fin de l'opération. Il n'y a point eu d'huile recueillie, ni d'eau condensée; seulement le sel sublimé a été un peu bruni. L'air de l'appareil a d'abord été chargé d'une odeur désagréable, alliacée, analogue à celle du poisson pourri, et il entraînait avec lui du carbonate d'ammoniaque qui troublait l'eau de puits dont la cuve pneumato-chimique avait été remplie. Lorsque le feu eut commencé à prendre une grande intensité, l'odeur du produit, toujours ammoniacal et fluide élastique, devint d'une fétidité vraiment insupportable, quoiqu'ayant toujours le même caractère de poisson et d'ail pourris. La matière paraissait, au fond de la cornue, sous une forme sèche, noirâtre et recouverte d'une croûte blanche comme soulevée; cette croûte s'est sublimée en une vapeur lourde, qui s'est attachée

à la partie la plus basse de la cornue au-dessus de son fond. C'était du muriate d'ammoniaque.

Après plus de deux heures de feu, le résidu charbonneux qu'avait laissé cette matière, a donné, par la lessive, une liqueur sentant l'acide prussique, et précipitant les dissolutions de fer en bleu à l'aide d'un alcali. Elle contenait encore du muriate de soude et un peu de muriate d'ammoniaque. En faisant brûler le charbon dans un têt à rôtir, il s'est dégagé une odeur ammoniacale, mêlée de celle d'acide prussique, ou d'amandes amères, pendant toute la calcination. Il est resté moins d'un centième du poids de l'urée distillée, d'une matière blanche, âcre, dissoluble, verdissant les violettes, faisant effervescence avec les acides, et ayant beaucoup d'analogie avec le carbonate de soude.

Cette opération que nous avons recommencée plusieurs fois, quoiqu'elle fût extrêmement désagréable à cause de l'odeur atroce autant qu'expansible et tenace qui l'accompagne, a fini cependant par nous donner un résultat assez exact sur la composition ou la proportion des principes de l'urée : elle nous a d'abord appris que cette matière contenait de l'acide benzoïque, du muriate d'ammoniaque, un peu de muriate de soude; qu'elle était très-décomposable par le feu; que le plus abondant produit de cette décomposition était de l'ammoniaque; qu'il ne se formait ni eau ni huile, au moins assez abondamment pour qu'on pût les recueillir ni les estimer; qu'il se produisait une portion d'acide carbonique, suffisante pour saturer l'ammoniaque, et un peu d'acide

prussique; que le gaz hidrogène carboné, le gaz acide carbonique et le gaz azote, qui se dégageaient, étaient très-difficiles à isoler et à déterminer; que le carbonate d'ammoniaque, imprégné d'un peu d'huile animale, horriblement fétide, saturait continuellement l'air de l'appareil qui se dilatait jusqu'à son extrémité, et que les principes azote, hidrogène, carbone et oxigène, si disposés à prendre la forme gazeuse, constituaient l'urée dans des proportions telles, qu'ils se changeaient, par l'action du feu, en ammoniaque, en acide prussique et en acide carbonique, au lieu de former de l'eau, de l'huile et de l'acide nitrique, qu'ils composent dans d'autres circonstances que nous ferons connaître par la suite. La grande quantité d'ammoniaque dans les produits nous annonçait encore que, parmi les élémens constituans de l'urée, l'azote occupait le premier rang par sa proportion. Ce résultat, très-différent, comme on voit, de ce que les chimistes, et sur-tout Rouelle le jeune, Schéele et Cruikshanck, avaient dit de cette prétendue substance savonneuse, extractive animale, ou extractive huileuse, en nous engageant à refaire cette distillation avec assez de soin pour obtenir les proportions des produits aussi exacts qu'il était possible, nous a conduits à savoir que 288 parties d'urée donnent, avec 0.03 de perte, 200 parties de carbonate d'ammoniaque, 10 parties de gaz hidrogène carboné, 7 parties de résidu charbonneux, 68 parties de muriate d'ammoniaque, d'acide benzoïque et de muriate de soude, plus quelques traces inappréciables d'huile et d'acide prussique. Con-

sidérée sous ce rapport, on verra que cette expérience nous a servi beaucoup pour déterminer la composition de l'urée.

§. IV.

Distillation de l'urée avec l'eau.

On a d'abord mêlé deux parties d'urée solide et cristalline avec une partie d'eau pure ou distillée à dix degrés de température. La matière s'est fondue en formant des stries épaisses et brunes. On y a ajouté huit parties d'eau, et lorsque le tout a formé une liqueur très-claire, très-colorée et très-coulante, on l'a introduite dans une grande cornue de verre à l'aide d'un entonnoir allongé, qui la portait dans le centre de ce vaisseau. On a remarqué qu'il se présentait tout-à-coup, dans l'air situé au-dessus du liquide, une vapeur ou fumée blanche très-sensible. Nous noterons encore qu'à l'instant où la première eau a été jetée sur l'urée solide pour la délayer, il s'est dégagé une odeur d'ammoniaque, que le voisinage d'acide muriatique a convertie en vapeur blanche épaisse. Ainsi la vapeur blanche qu'elle offre au moment où on la délaie dans l'eau, tient au dégagement d'un peu d'ammoniaque qui s'unit à l'eau et à l'acide carbonique atmosphérique.

On a distillé au bain de sable cette dissolution. Dès qu'elle a été bouillante très-légèrement, on a obtenu de l'eau chargée de carbonate d'ammoniaque. En poursuivant ainsi jusqu'à ce que la liqueur ait acquis la consis-

tance de sirop, elle s'est prise, par le refroidissement, en masse brune plus foncée que dans son premier état, et moins cristalline ; on avait recueilli à peu près le poids de l'eau employée en produit, et l'on ne doit pas oublier que ce produit n'était qu'une dissolution très-pure et très-transparente de carbonate d'ammoniaque saturé.

On a jeté sur la matière refroidie la même quantité d'eau distillée que la première fois, et l'on a procédé à la distillation par une légère et continuelle ébullition comme précédemment; on a également obtenu une dissolution de carbonate d'ammoniaque, qui était seulement un peu colorée en brun.

Une troisième distillation, faite à l'époque de l'épaississement de cette seconde dissolution, et avec la même quantité d'eau, a fourni pour produit toujours du carbonate d'ammoniaque liquide, mais d'une couleur foncée, comme huileuse, et il s'en est déposé une certaine quantité de charbon.

Après ces trois opérations successives, la matière avait fourni plus de la moitié de son poids de carbonate d'ammoniaque; il y en avait en effet (0.546); elle n'était cependant point épuisée dans cette formation d'ammoniaque et d'acide carbonique : car quoique, délayée dans une quatrième quantité d'eau, elle présentât alors des caractères bien prononcés d'acidité acéteuse, et quoiqu'elle eût laissé déposer un peu de poussière charbonneuse, elle a perdu cet état acide en quatre ou cinq jours d'exposition à une température de 20 degrés à peu près du thermomètre de Réaumur, et elle a de nouveau exhalé

de l'eau ammoniacale par l'évaporation ; elle a de plus déposé des cristaux octaëdres de muriate de soude, et donné, après avoir été épaissie, un précipité brillant nacré par l'acide nitrique, preuve que, malgré la grande quantité d'ammoniaqe formée, une portion d'urée était encore restée intacte et sans décomposition.

Ainsi, quoique nous ayons jugé inutile de poursuivre cette expérience jusqu'au bout, parce qu'elle ne nous aurait rien appris de plus que ce que nous avions vu jusque-là, on peut en conclure que l'eau, écartant les molécules de l'urée dissoute, et ne leur permettant guère de prendre une température plus élevée que celle de son ébullition, suffit cependant pour en opérer la décomposition ; que cette température, qui ne désorganise pas complétement ni facilement les matières animales, mais qui les prive de la vie, et qui en détermine seulement la cuisson ou le changement de consistance, de saveur et d'odeur, appropriées ainsi aux forces digestives, a le pouvoir de détruire l'attraction intime qui tient les principes de l'urée unis dans une composition au moins quaternaire ; que ce phénomène, jusqu'ici inconnu dans les substances organiques, annonce que celle-ci est d'un ordre de composition plus compliqué encore, s'il est possible, d'un équilibre plus léger et plus facile à détruire.

Et ce n'est pas dans la formation de l'ammoniaque seulement que nous puiserons cette première notion donnée par l'expérience sur la prompte décomposition de l'urée, à une température et par un procédé où l'on aurait cru autrefois toute décomposition analogue impossible.

Offrons encore, comme plus remarquable peut-être, la formation de l'acide carbonique au milieu du liquide aqueux, et par la seule chaleur de l'ébullition. Observons bien qu'il s'en forme ce qui est nécessaire à la saturation de l'ammoniaque, ou au moins qu'il ne s'en forme pas plus qu'il n'en faut pour cette saturation; car il n'y a ni effervescence, ni dégagement de gaz dans cette expérience. La proportion du carbone séparé pendant cette décomposition de l'urée, excède la quantité d'oxigène qui peut le brûler, puisqu'une portion de ce principe combustible se dépose seule.

N'oublions pas de remarquer encore que, dans cette distillation presqu'au bain-marie, et opérée sur une liqueur ou dissolution très-étendue, il se forme aussi de l'acide acéteux, et que, sous ce point de vue, la décomposition de l'urée par la longue action de l'eau bouillante se rapproche beaucoup de celle qu'elle éprouve par la fermentation, et de ce qui arrive à l'urine dans sa décomposition spontanée; et en effet l'urine ne diffère de notre dissolution artificielle d'urée, que parce que cette matière y est mêlée, et même en partie combinée avec des substances salines qui en retardent la décomposition, quand elle n'est pas d'ailleurs rendue plus hâtive par quelque autre principe fermentatif ou putrescent; ce qui a lieu, comme nous l'avons fait observer dans le précédent mémoire, lorsque l'urine contient une matière gélatineuse ou albumineuse, en proportion un peu plus grande que dans l'état naturel.

Une partie d'urée, dissoute dans soixante-quatre par-

ties d'eau, a été abandonnée dans une bouteille mal bouchée, qui n'en était remplie qu'aux cinq sixièmes de son volume, pendant cinq décades, la température étant constamment au-dessus de 15 degrés. Ce liquide, d'une couleur rouge brune, a fermenté; beaucoup de bulles s'en sont dégagées continuellement; elle s'est couverte d'une écume légère; la partie du flacon, vide de liquide, contenait alors un fluide élastique qui éteignait la bougie; elle exhalait une odeur vive, piquante, acidule, urinaire et désagréable. Les uns comparaient cette odeur à celle des marécages; d'autres y reconnaissaient l'odeur du vinaigre; en y distinguant cette dernière, j'y ai trouvé de plus quelque chose d'ambré, comme je l'avais remarqué dans un sel fusible, brun, impur, conservé dans mon laboratoire pendant plusieurs années.

On a encore gardé cette liqueur en décomposition spontanée pendant trois décades, et après trois mois entiers de séjour dans le vase, comme on ne voyoit plus de signes de fermentation, on l'a mise en distillation, après y avoir ajouté deux fois son poids primitif d'acide sulfurique concentré. Le produit odorant et sensiblement acéteux qu'on a obtenu, contenait aussi de l'acide benzoïque; on y a retrouvé l'un et l'autre acide, en le combinant avec la potasse. Le résidu contenait du sulfate d'ammoniaque, et a précipité du carbone.

En faisant cette expérience sur la décomposition spontanée de l'urée, on a soumis à la même décomposition de l'urine très-colorée, et l'on a remarqué que celle-ci l'a éprouvée plus rapidement que la dissolution d'urée

pure. On se rappelle que, dans le précédent mémoire, nous avons fait observer que quelques espèces d'urine pâles, ou non fortement colorées, mais précipitant très-sensiblement par le tannin, se décomposaient beaucoup plus rapidement; et, comme nous avions cru que cette prompte altérabilité pouvait dépendre d'une matière animale qui servait de ferment, nous avons ajouté à une dissolution d'urée, dans soixante fois son poids d'eau, un huitième de son poids d'albumine. Ce mélange a fermenté beaucoup plus promptement que la dissolution pure et que l'urine. Les phénomènes de sa fermentation ont été beaucoup plus prononcés; la liqueur s'est troublée et remplie de flocons; elle s'est couverte d'une écume plus abondante, plus épaisse et plus tenace; elle a exhalé une odeur plus fétide; il s'en est dégagé plus de bulles; et quoiqu'il s'y soit produit de l'acide acéteux comme dans les deux premières, la quantité d'ammoniaque formée en même temps a été beaucoup plus considérable, assez abondante pour que la liqueur devînt alcaline, et la décomposition en général beaucoup plus avancée.

Ainsi l'addition artificielle d'une matière animale, douce et fade à l'urée, en accélère d'une manière remarquable l'altération, et cela confirme ce qui avait été avancé dans le premier mémoire, sur la différence des deux urines qui y a été annoncée.

Cette décomposition spontanée de l'urée par une véritable fermentation est tout à la fois une fermentation acide et une fermentation putride, comme nous l'avons

déja dit ailleurs. Elle diffère singulièrement de celle par le feu, en ce qu'il s'y forme plus d'acide acéteux, et en ce qu'il se produit moins d'acide carbonique et d'ammoniaque que dans l'action du calorique. Il est bien évident que cette différence est fondée sur celle des attractions qui agissent dans cette circonstance. Ici, dans la fermentation ou décomposition spontanée, il paraît que les principes ne sont pas sollicités par une force aussi vive pour s'unir deux à deux, et que de leur attraction plus tranquille ou moins troublée résulte la composition acéteuse, qui l'emporte sur tous les autres effets accompagnant la production de cet acide. La portion d'acide carbonique formée se dégage à mesure, et ne peut pas se tenir dissoute dans la même liqueur que l'acide acéteux.

§. V.

Traitement de l'urée par les acides.

Le traitement de l'urée par les acides nous a singulièrement servi à reconnaître sa nature, et c'est de leur action sur cette substance comparée à celle qu'elle éprouve de la part du feu, que nous avons tiré la connaissance de ses principes constituans. Il nous a été facile d'observer que l'urée se comportait avec tous les acides d'une manière particulière et bien différente de celle que ces corps exercent sur toutes les autres substances animales. On va en juger par la description succincte des phénomènes que nos expériences nous ont offerts; quoiqu'il

paraisse inutile d'entrer dans tous les détails consignés dans notre journal, le simple résultat que nous en exposerons ici suffira pour confirmer la nature particulière de l'action réciproque qui se passe entre ces substances.

A. *Urée et acide sulfurique.* — De l'urée pure dissoute dans l'eau, et mêlée avec le quart de son poids d'acide sulfurique affaibli, n'a point fait effervescence. Ce mélange, chauffé dans une cornue jusqu'à légère ébullition, s'est couvert d'une couche de matière huileuse et noire, qui se figeait par le refroidissement. On a vu que l'action du feu n'avait point formé d'huile avec cette substance, mais qu'il s'en était dégagé du gaz hidrogène carboné, et qu'il s'était précipité du carbone. Le produit recueilli dans le récipient, après cette première action *oléigène* de l'acide sulfurique sur l'urée, était un liquide d'une couleur jaune; on y voyait nager des molécules d'un brun noirâtre, et manifestement charbonneuses; son odeur était semblable à celle de l'acide acéteux empyreumatique, provenant de la décomposition d'un acétite alcalin par le feu; sa saveur, âcre et chaude comme celle d'une huille distillée. Il rougissait la teinture de tournesol sans précipiter les sels de barite dissolubles. Il ne contenait donc point d'acide sulfurique. Saturé de chaux, il a fourni deux sels, l'un qui était bien manifestement de l'acétite, et l'autre du benzoate calcaire. Ainsi l'acide benzoïque accompagne l'urée dans sa précipitation cristalline.

Pendant cette première action de l'acide sulfurique sur

l'urée, une partie de cette matière avait éprouvé un autre genre de décomposition, puisque la liqueur rouge, résidu de cette distillation, a donné du sulfate d'ammoniaque très-reconnaissable et assez abondant. Ce sel a été cependant formé en partie par l'union de l'acide sulfurique à l'ammoniaque unie à l'acide muriatique; puisque le muriate ammoniacal existe manifestement dans l'urée, comme le prouve le dégagement d'acide muriatique opéré par l'acide sulfurique concentré, et celui de l'ammoniaque par la potasse. Néanmoins une portion de l'urée se décompose elle-même en ammoniaque pendant la double action du feu et de l'acide sulfurique qu'elle éprouve.

En poursuivant son traitement par cet acide, et en recommençant plusieurs fois de suite les distillations, elle continue à s'altérer de la même manière; mais, à la première de ces opérations, il reste encore beaucoup de matière urinaire non décomposée, et qui se précipite encore en cristaux par l'addition de l'acide nitrique un peu concentré. Ainsi l'acide sulfurique faible et chaud est susceptible de convertir partie par partie l'urée en acide acéteux et en ammoniaque, de séparer l'acide benzoïque qui y est contenu, et d'enlever l'ammoniaque à l'acide muriatique qu'elle recèle unis, en même temps qu'il en fait passer une portion à l'état d'huile, et qu'il en sépare une portion de carbone qui colore et trouble même la dissolution. Ainsi l'on peut conclure de cette action bien observée, que l'acide sulfurique se comporte à peu près comme la décomposition lente ou putréfactive par rapport

à l'urée. On va voir des phénomènes différens avec d'autres acides.

B. *Urée et acide nitrique.* — La manière d'agir de l'acide nitrique sur l'urée est sans contredit la plus singulière de toutes. On sait déja quelle est la puissance de cet acide pour détruire la composition des matières organiques; on sait qu'il en dissout les principes constituans, et les unit dans un ordre de composition plus simple, qu'il en dégage des gaz, qu'il en opère l'acidification; enfin qu'il se distingue sur-tout dans son action sur les matières animales, de celle qu'il porte sur les végétales, en ce qu'il sépare des premières une plus ou moins grande quantité de gaz azote. Déja le phénomène qu'il produit avec l'urée a été indiqué par M. Cruikshanck, dans la précipitation remarquable qu'il en produit, et l'on a vu, soit dans notre mémoire lu, il y a bientôt deux ans, sur l'urine du cheval, soit dans le commencement de celui-ci, que cette précipitation par l'acide nitrique était un des caractères qui distinguaient le plus éminemment l'urée de toutes les autres substances connues.

C'est en effet un phénomène assez extraordinaire en lui-même, et fort éloigné de tout ce qu'on sait jusqu'ici en chimie sur le traitement des matières animales par l'acide nitrique, que celui d'un précipité lamelleux, rayonné, blanc, brillant et comme satiné, devenant bientôt gris de lin, brun et même noir, assez abondant pour remplir complétement le vase, et convertir tout le liquide urinaire en une masse solide et cristalline, et cela en

quelques secondes, presqu'au moment même où l'on verse de l'acide nitrique un peu fort sur de l'urine épaissie par l'évaporation en consistance de sirop, ou sur une dissolution d'urée assez concentrée pour avoir cette consistance. Pour déterminer ce qu'est ce précipité, nous l'avons chauffé avec précaution ; il s'est ramolli et fondu comme une huile ; il a présenté une effervescence assez vive, et il s'est trouvé en partie converti en nitrate d'ammoniaque. Ainsi ce dépôt cristallin est un composé d'urée et d'acide nitrique ; on ne peut pas le prendre pour de l'urée pure séparée de sa dissolution par l'acide ; c'est le produit d'une union intime, d'une adhérence chimique entre les deux substances ; union et adhérence qui n'ont lieu entre aucun autre acide et l'urée, et qu'on doit regarder comme propres à l'acide nitrique.

Ce premier effet général ne suffisait pas pour concevoir le genre d'altération que cet acide est susceptible de produire sur l'urée ; il ne nous suffisait pas de savoir qu'on n'obtenait pas la même précipitation, soit par l'acide très-affaibli, soit avec une dissolution trop étendue d'urée, et sur-tout avec l'urine dans son état naturel. Il nous a paru utile de déterminer ce que cette matière animale pouvait éprouver de la part de l'acide nitrique très-concentré, ou par l'action de cet acide très-faible, aidé par celle du calorique, comme nous avions observé celle de l'acide sulfurique dans ces deux circonstances. L'une et l'autre de ces circonstances nous a offert des phénomènes dignes de toute l'attention des chimistes et des physiologistes.

L'acide nitrique le plus concentré, celui sur-tout qui est plus ou moins imprégné de gaz nitreux, jeté sur de l'urée solide, excite un mouvement, une effervescence considérables, une chaleur vive; la matière se soulève, se raréfie, s'élève en écume boursouflée, se fond d'abord en une liqueur rouge foncée, est rejetée en partie, ou lancée hors du vase par les bulles abondantes de gaz nitreux, de gaz azote et de gaz acide carbonique, qui se dégagent avec impétuosité. On dirait que le mélange agité et bouillonnant va s'enflammer, et cependant cette action violente s'appaise constamment; la masse s'affaisse, et il ne reste plus dans le vase qu'une portion de matière concrète, blanche, jaunâtre, avec quelques gouttes d'un liquide rouge. Si l'on chauffe un peu vivement ce résidu, il détone et s'enflamme à la manière du nitrate ammoniacal. Ainsi, dans cette action tumultueuse de l'acide nitrique concentré, l'urée est décomposée, convertie en acide carbonique et en ammoniaque; mais elle ne se comporte pas comme une huile. Cette décomposition, énergique et rapide, est accompagnée de trop de mouvement et de boursouflement, pour permettre d'en suivre avec exactitude le mode, et sur-tout d'en déterminer les produits. Nous avons tiré un beaucoup plus grand parti de l'action lente, mais poussée jusqu'à son terme, de l'acide nitrique très-affaibli.

Sur de l'urée cristallisée par l'évaporation de l'alcool, et ayant attiré l'humidité de l'air, au point d'être sous la forme d'un sirop épais, introduite dans une cornue tubulée, on a versé partie égale d'acide nitrique rougi

par le gaz nitreux, et concentré au point de peser 1460, uni avec son poids d'eau distillée. L'action et l'effervescence étant trop vives encore malgré cette proportion d'eau, on en a mis une nouvelle quantité égale à la première. Alors le mélange liquide, brun et homogène, n'a plus offert qu'une effervescence lente et légère, mais continuelle et non interrompue. La cornue était placée sur un bain de sable qu'on a chauffé doucement, et qu'on a entretenu au même degré de température jusqu'à la fin de l'opération, afin que la décomposition de la matière urinaire fût maintenue dans un mouvement doux et uniforme, et conduite avec la même lenteur jusqu'à la fin. Cette opération a duré près de deux jours. Le phénomène le plus remarquable qu'elle a présenté est le dégagement continuel et régulier de gaz, dont la quantité totale s'est élevée à près de vingt-quatre décimètres cubes; plus de cinq sixièmes, ou 25 grammes appartenaient à l'urée, comme on le verra; ce qui fait près du tiers de cette matière employée.

Pendant le premier jour, il a passé près de dix-huit décimètres cubes de gaz; et jusqu'à la concurrence de dix à douze décimètres cubes, il était composé de gaz azote et de gaz acide carbonique, dont on a fait le départ à l'aide d'une lessive de potasse pure. Quant aux six décimètres cubes de cette première époque de la distillation, le gaz azote a été remplacé par de l'air atmosphérique.

Le second jour, on a obtenu près de six décimètres cubes de gaz mêlé d'oxide ou gaz nitreux et d'acide carbonique. Jamais, pendant toute la continuité de l'opé-

ration, la liqueur n'a été portée jusqu'à l'ébullition; l'effervescence uniforme était constamment occasionnée par de très-petites bulles également dégagées de toute la surface du liquide.

Vers l'époque où l'urée a cessé de fournir du gaz azote, la couleur de la liqueur qui avait été jusque-là toujours rouge, mais en s'affaiblissant dans cette teinte, a passé au jaune, et il n'y avait aucun précipité, aucun flocon noir, rien de charbonneux.

A la même époque, la portion de gaz insoluble dans la lessive de potasse avec laquelle on l'agitait, avait une odeur forte, qui piquait les yeux et en exprimait des larmes. L'eau qu'il traversait, et au-dessus de laquelle il séjournait, était imprégnée de la même odeur. Cette matière odorante avait une grande analogie, soit avec l'acide sébacique, soit et plutôt encore avec ce que notre confrère Berthollet a nommé acide prussique oxigéné. Ce gaz piquant, et qui n'était alors, aux essais eudiométriques, qu'un mélange analogue à l'air atmosphérique, tenant en dissolution un peu d'acide prussique, n'a commencé à paraître qu'après la cessation du dégagement de gaz azote, et au moment où le gaz nitreux s'est développé.

A la fin de la seconde journée, la matière étant devenue épaisse, et ne fournissant plus que difficilement une vapeur condensable dans le récipient, elle s'est enflammée avec une explosion si violente que le bouchon de la cornue a été lancé à une grande distance; il est resté au fond du vase une matière charbonneuse grasse, qui a

donné à l'eau dont on s'est servi pour la lessiver, une odeur très-sensible d'acide prussique et d'ammoniaque, ainsi que la propriété de précipiter les dissolutions rouges de fer en bleu de Prusse. Après cette action de l'eau, le charbon qui en provenait faisait à très-peu près le 240e (ou 0.0044) du poids de l'urée.

Il y avait dans le récipient une liqueur d'un jaune verdâtre, très-acide, sur laquelle nageaient quelques molécules huileuses, et dont l'odeur pénétrante, semblable à celle du gaz dont nous avons parlé, indiquait la nature analogue.

Nous ferons observer que, malgré l'exactitude, soit dans l'appareil, soit dans le procédé même de l'opération, que nous avons mise dans cette expérience; malgré le soin que nous avons eu de recevoir et d'analyser toutes les portions gazeuses qui se sont développées, ainsi que le produit liquide qui s'est condensé dans le ballon, et le résidu salino-charbonneux qui est resté dans la cornue, nous avons eu une perte assez grande pendant cette décomposition de l'urée par le feu et l'acide nitrique, soit parce que la grande masse d'eau par laquelle nous avons été forcés de filtrer le gaz, en a séparé quelques matières salines et ammoniacales, soit à cause de l'explosion qui a poussé le bouchon de la tubulure, et qui a lancé une portion du produit dans l'air, soit enfin par l'impossibilité où nous nous sommes trouvés d'arrêter toute dissipation de vapeur, et de recueillir tous les produits dans une distillation de plus de vingt-quatre heures, où il fallait changer et renouveler souvent les cloches

remplies de gaz. Cette perte inévitable s'annonçait, dans le courant de l'expérience, par l'odeur forte qui se répandait dans le laboratoire. Nous avons d'ailleurs, et d'après plusieurs essais consécutifs, renoncé à faire, par ce procédé, une analyse exacte et définitive de l'urée; accoutumés à reconnaître qu'un seul moyen, que l'usage d'un seul instrument analytique, ne suffisaient jamais pour déterminer la composition d'une matière animale, nous ne cherchions à obtenir, par cette expérience, qu'une connaissance approchée ou générale de la nature de l'urée; nous ne voulions que comparer l'influence qu'exerce sur elle cet acide destructeur, instrument d'analyse aujourd'hui si utile aux chimistes, à celle qu'en reçoivent d'autres substances animales, et à cet égard nous avons touché le but que nous nous proposions, comme on va le voir en reprenant la suite des phénomènes qui se sont offerts à nous.

Commençons par fixer ici le point où est parvenue la chimie pneumatique française, relativement à l'action de l'acide nitrique sur les substances animales. Observons que ces substances homogènes dans leur composition, et formées presque toujours de plus, ou au moins de quatre élémens primitifs, l'hidrogène, l'azote, le carbone et l'oxigène, se partagent souvent, à l'aide de l'action nitrique, en neuf ou dix matières différentes; qu'il s'en dégage d'abord du gaz azote; qu'elles jaunissent et se recouvrent d'une sorte de vernis amer, cristallisable et inflammable; qu'en même temps il s'y forme une substance adipeuse, qui surnage ordinairement le

mélange devenu liquide ; que de l'acide carbonique et de l'acide prussique, formés aussi de toutes pièces, se volatilisent en fluides élastiques ; qu'il se compose aussi de l'ammoniaque qui sature en partie l'acide nitrique ; qu'enfin les substances animales, privées, par les premiers termes de la décomposition, de leur azote, d'une portion de leur hidrogène et de leur carbone, désazotées, déshidrogénées, et par conséquent plus oxigénées, retournent, en quelque manière, vers la composition végétale, et se trouvent alors, dans la portion qui reste fixe et liquéfiée avec l'acide nitrique, converties en acide oxalique, et quelquefois en acides muqueux et acéteux. Ajoutons à ces faits qu'une autre portion de la substance animale, désorganisée, décomposée et vraiment désanimalisée par l'acide nitrique, forme de l'eau qui se réduit en vapeur, ou qui délaie les sels et les acides dissous.

Dans ce tableau de la décomposition animale, opérée par l'acide nitrique, des traits particuliers distinguent et caractérisent chacune des matières animales diverses qui sont décomposées. Celle-ci donne beaucoup de gaz azote, peu d'ammoniaque et beaucoup de matière jaune et grasse ; celle-là fournit peu de graisse, et présente beaucoup d'acides végétaux ; une troisième donne beaucoup d'acide prussique ; dans une quatrième, l'acide muqueux ou sachlactique formé, est très-abondant, tandis que plusieurs n'en offrent même pas de traces. Il en est aussi dont il se dégage beaucoup de gaz acide carbonique : telle décompose une grande quantité d'acide nitrique en se décomposant ; telle autre, au contraire, laisse rompre le

lien de sa composition au moindre contact d'une petite proportion de cet acide. C'est à ces différences que le chimiste habile peut aujourd'hui mesurer celles qui caractérisent les diverses matières animales.

S'il n'est pas difficile de reconnaître que l'urée tient une place distincte parmi ces traits de décomposition nitrique, il ne l'est pas davantage de voir que, dans cette manière d'être altérée par l'acide du nitre, l'urée montre les caractères ou les propriétés distinctives d'une substance différente de toutes les autres matières animales connues, et que cette expérience éclaire sur la nature intime ou sur la différence de sa composition. En effet, aucune n'a offert jusqu'ici aux chimistes une si abondante production de fluides élastiques; elle n'a point montré sensiblement de matière grasse insoluble, ni d'acides oxalique et muqueux; on n'y a presque point remarqué de corps jaune amer, en sorte que son mode de décomposition semble s'être borné au développement abondant de l'azote et de l'acide carbonique, à la formation de l'ammoniaque et de l'acide prussique, de sorte qu'il s'est composé, pour principaux produits de sa destruction, du prussiate et du nitrate d'ammoniaque. Quant à l'air atmosphérique obtenu vers la fin, il provenait manifestement de la décomposition du gaz nitreux, et d'une portion de gaz oxigène mise en liberté. Tout annonce donc, dans le mode d'action de l'acide nitrique sur l'urée, une substance surchargée d'azote dans sa décomposition, contenant de plus de l'hidrogène et du carbone, singulièrement disposée à se convertir en ammoniaque, en

acides carbonique et prussique, outre la séparation facile d'une grande quantité d'azote devenu libre et capable de prendre la forme fluide élastique. On y voit aussi une grande facilité à laisser dissiper ses principes constituans dans l'état gazeux, et une tendance bien prononcée de se décomposer plus promptement, et plus profondément par les réactifs doués d'une grande énergie. Ainsi l'action de l'acide nitrique, comme celle du calorique, annonce spécialement l'urée comme une matière qui contient une grande quantité d'azote, et dont la composition recèle sur-tout l'union de ce principe surabondant avec l'hidrogène, le carbone, et même l'oxigène. Quant à la petite proportion d'acide benzoïque et de muriate d'ammoniaque, qui nous ont paru accompagner constamment l'urée, comme nous l'avons déja dit, ces deux matières se sont perdues parmi les produits élastiques, et pendant la longue tourmente que l'acide nitrique a fait éprouver à ce composé animal.

C. *Urée et acide muriatique oxigéné.* — L'ACIDE muriatique n'exerce aucune action sensible sur l'urée, mais l'acide muriatique oxigéné en opère partiellement la décomposition d'une manière singulière et très-remarquable. De l'urée épaisse et sous forme de sirop a été étendue de quatre parties d'eau distillée, et placée dans un flacon de Woulf, auquel en était adapté un second plein d'eau, et terminé par un tube plongeant sous une cloche. On a fait passer du gaz acide muriatique oxigéné au moment même de sa production. La liqueur était

d'un brun foncé, mais transparente. Les bulles de gaz acide muriatique oxigéné qui y arrivaient, s'y sont dissoutes et y ont disparu très-promptement, quoiqu'elles passassent en très-grande abondance; il s'est bientôt séparé de petits flocons bruns, plus clairs que la propre nuance de la liqueur; ces flocons ont perdu promptement leur couleur brune, qui a passé au jaune, et ils se sont portés vers les parois du flacon, auxquelles ils adhéraient comme une sorte d'huile concrète. Bientôt, et par l'action successive du gaz acide muriatique oxigéné, la liqueur qui l'arrêtait et le dissolvait toujours, a pris une couleur de bierre blanche, et les flocons avaient alors un jaune de chamois qu'ils ont conservé constamment, sans approcher davantage du blanc. En examinant depuis l'appareil, on a reconnu que les flocons précipités de la liqueur étaient agités d'un mouvement continuel, et environnés de très-petites bulles, qui se dégageaient lentement et uniformément de la liqueur, de manière à y entretenir un mouvement continuel d'effervescence lente, comme on le remarque dans du vin de Champagne ou de la bierre. Cette effervescence a duré pendant cinq jours, quoiqu'on n'eût fait passer du gaz acide muriatique oxigéné que pendant quelques heures, et jusqu'à ce que la liqueur saturée refusât d'en dissoudre. Malgré la durée de cette lente effervescence, on n'a pu recueillir qu'environ 120 centimètres cubes (6 pouces cubes) de gaz, dont le tiers environ était de l'acide carbonique, et les deux tiers du gaz azote. Dans une autre expérience faite unique-

ment dans l'intention de recueillir exactement le gaz, 30 $\frac{1}{2}$ grammes d'urée sous forme de miel, dissoute dans huit fois son poids d'eau, et traitée par l'acide muriatique oxigéné, en ont fourni un volume d'environ 3.92 décilitres cubes (4 pintes ou 196 pouces cubiques) composés de parties égales en volumes de gaz acide carbonique et de gaz azote, ou en poids de 4 grammes, environ (62.72 grains) du premier, et de 2.335 grammes (44 grains) du second; ce qui fait à très-peu près un neuvième (0.111) du poids de l'urée en acide carbonique, et un treizième (0.077) de gaz azote, ou en tout, pour la portion gazeuse, un peu plus que le sixième (0.167) du total de la matière mise en décomposition. Ainsi ce premier résultat prouve que l'acide muriatique oxigéné dégage beaucoup moins de gaz de l'urée que ne le fait l'acide nitrique, et qu'il en fixe plus qu'il n'en volatilise les principes, comme la suite de son action va nous l'apprendre.

Lorsque la dissolution aqueuse d'urée, ainsi saturée de gaz acide muriatique oxigéné, est devenue d'un jaune citron foncé; lorsque les flocons, très-petits et peu abondans, qui s'en précipitent, ont pris la couleur chamois; lorsqu'enfin l'effervescence qui les agite se calme, l'action destructive de cet acide est portée jusqu'au point où elle peut aller, et voici ce que nous avons trouvé en examinant la liqueur parvenue à ce terme. Elle a une odeur faible d'acide muriatique oxigéné; elle est fort acide, rougit et décolore la teinture de tournesol; elle ne précipite, ni par les alcalis, ni par les

sels baritiques, ni par l'eau de chaux; elle donne par la distillation une liqueur d'abord acide, et, après être redevenue brune, elle s'épaissit, se boursoufle, fournit du muriate d'ammoniaque, du carbonate d'ammoniaque, de l'acide benzoïque sublimés, et laisse un peu de résidu carbonneux.

Les flocons, séparés par le filtre et séchés, ne forment que deux ou trois centièmes du poids de l'urée employée; ils se brûlent, se boursouflent sur les charbons allumés; ils sont dissolubles dans l'alcool et dans la potasse; ils présentent les caractères d'une matière huileuse.

Il nous a paru, en réfléchissant sur ces phénomènes difficiles à bien suivre et à bien apprécier, que l'acide muriatique oxigéné ne décomposait point complétement l'urée, puisque, malgré l'excès de ce réactif introduit dans sa dissolution, il en était manifestement resté une grande partie intacte, qui a fourni, par l'action du feu, les produits qu'elle a coutume de donner; et comme la liqueur contenait en même temps une quantité notable d'acide muriatique libre, nous avons reconnu que d'abord une partie du gaz acide muriatique oxigéné se dissolvait dans la liqueur et en précipitait une petite portion d'urée; que bientôt une autre partie, même assez abondante, du même gaz, réagissait sur les flocons d'urée précipitée, les décolorait, en dégageait de l'azote, en brûlait une partie du carbone, les décomposait en un mot, et passait en même temps à l'état d'acide muriatique ordinaire, qui fixait et retenait dans la liqueur

la plus grande partie de l'urée, en la défendant de l'action d'une nouvelle quantité d'acide muriatique oxigéné. Là nous a semblé se borner l'influence de ce réactif, arrêtée d'une part lors de la conversion d'un sixième environ de l'urée séparée de l'eau en gaz acide carbonique, en gaz azote et en matière grasse qui ne fait que deux ou trois centièmes de ce sixième décomposé, et d'une autre part, lors de la saturation des cinq sixièmes de cette matière par l'acide muriatique ordinaire.

Quoique cette action de l'acide muriatique oxigéné fût analogue à celle de l'acide nitrique, et capable de nous fournir sur la nature de l'urée les mêmes lumières que lui, nos essais répétés nous ayant appris que cette action limitée ne se portait tout au plus que sur une petite partie de cette substance, nous ne l'avons pas examinée plus à fond, et nous ne nous en sommes servis que comme de moyen auxiliaire.

Nous avons trouvé d'ailleurs que les trois acides dont il vient d'être question, étaient les seuls susceptibles d'altérer l'urée de manière à nous éclairer sur sa nature et ses propriétés caractéristiques.

§. VI.

Traitement de l'urée par les alcalis et les sels.

L'urée, très-dissoluble dans l'eau, comme on l'a vu, l'est aussi beaucoup dans les lessives alcalines, et paraît avoir une attraction forte pour les bases sali-

fiables. Quand on la triture épaisse et molle avec une lessive de potasse caustique, il s'en dégage sur-le-champ une forte odeur d'ammoniaque. On obtient le même phénomène en y ajoutant du carbonate de potasse ou du carbonate de soude; et, comme il a également lieu par la chaux, la barite, et même un peu par la magnésie, agitées avec cette substance animale, il faut en conclure qu'elle contient du muriate d'ammoniaque que toutes ces bases décomposent. Mais on a un autre effet lorsqu'on broie de l'urée solide ou molle avec de la potasse caustique sèche et en poudre. Le mélange s'échauffe beaucoup; il se développe une si grande quantité d'ammoniaque, qu'on reconnaît qu'il s'en forme; tandis que par les carbonates on n'a que celle du muriate contenu dans ce composé urinaire. On voit en même temps le mélange, devenu d'une couleur très-brune, laisser séparer à sa surface une substance également colorée et ayant l'apparence d'une huile empyreumatique. Voilà donc manifestement une décomposition de l'urée opérée très-rapidement par l'action de la potasse. Elle se comporte ici comme dans tous les autres essais; relativement à la célérité de sa composition, on va voir de plus qu'en aidant cette action alcaline par le feu, elle est bientôt poussée beaucoup plus loin.

A. *Urée traitée à chaud par la potasse.* — Une partie d'urée sous forme sirupeuse, et deux parties de potasse bien pure sous forme solide, dissoute dans quatre d'eau distillée, ont été versées dans une cornue

tubulée. Le mélange de ces deux matières n'a pas offert d'ammoniaque dégagée sensiblement, l'eau ajoutée l'ayant retenue et s'étant opposée à sa volatilisation. Un ballon, au quart plein d'eau, avait été adapté à la cornue. Dès que celle-ci a commencé à s'échauffer par le bain de sable sur lequel elle étoit placée, une odeur forte d'ammoniaque s'est fait sentir à travers le lut de papier collé; l'eau du ballon s'est bientôt chargée de carbonate d'ammoniaque, et a pris une légère couleur jaunâtre; elle a déposé quelques flocons de la même nuance. On a distillé jusqu'à ce que la matière de la cornue fût devenue épaisse et brune; alors on a cessé l'action du feu, pour examiner les produits dans cet état. La liqueur du ballon ne contenait que de l'ammoniaque avec un peu de carbonate de la même base, et une portion de matière colorante inappréciable. Le résidu brun et épais de la cornue a été délayé avec huit fois son poids d'eau distillée; on y a versé de l'acide sulfurique faible, qui y a produit une violente effervescence : de sorte qu'une partie de la potasse était à l'état de carbonate. A mesure qu'elle était saturée, il s'en précipitait des flocons bruns noirâtres, très-volumineux, qui, recueillis et séchés, n'allaient pas cependant au soixantième, 0.0166, de l'urée employée; ils avaient les propriétés d'une matière grasse concrète. Après cette saturation on a distillé la liqueur dans une cornue jusqu'aux trois quarts de son volume : il s'en est séparé un liquide blanc ayant l'odeur d'acide acéteux empyreumatique, d'une saveur légèrement acide,

rougissant la teinture du tournesol, qui, saturé de nouveau de potasse, a fourni par l'évaporation un sel lamelleux, déliquescent; l'acide sulfurique concentré en a dégagé l'odeur d'acide acéteux, et précipité des cristaux brillans d'acide benzoïque.

Ainsi l'action de la potasse, aidée de celle du feu, a décomposé l'urée d'une manière analogue à celle qu'exerce l'acide sulfurique, et à celle qu'éprouve spontanément la dissolution d'urée dans une température douce. L'urée s'est changée en ammoniaque, en acides acéteux et carbonique; l'acide benzoïque qui y est toujours contenu, comme on l'a déja vu plusieurs fois, n'est point altéré dans cette décomposition, et il se retrouve parmi les produits distillés de l'opération, comme nous l'avons retrouvé dans la plupart des précédentes. Ainsi, malgré l'influence particulière et si distincte que porte la double puissance alcaline sur toutes les substances animales en général, qu'elle convertit en substances huileuses et en ammoniaque, l'extrême tendance dont jouit l'urée pour se convertir en ammoniaque, en acides carbonique et acéteux, l'emporte vraiment sur cette puissance, ou plutôt n'en laisse agir qu'une qu'elle rend plus énergique et plus rapide encore, celle de produire de l'ammoniaque, celle qu'à cause de la généralité et de l'importance de ce phénomène, nous pourrions nommer *ammoniacation* : cela tient sans doute à l'abondante proportion d'azote contenu dans l'urée, et qui est telle qu'après avoir entraîné celle de l'hidrogène dans la composition ammoniacale,

il n'en reste pas assez pour constituer une combinaison huileuse, comme cela a lieu dans les autres matières animales; d'où il suit qu'une des différences les plus essentielles, un des caractères les plus remarquables et les plus distinctifs de l'urée, qui se retrouve constamment dans toutes les épreuves chimiques auxquelles on la soumet, c'est de contenir beaucoup moins d'hidrogène et beaucoup plus d'azote qu'aucune autre matière animale connue jusqu'à présent.

B. *Urée unie aux sels.* — Nous avons annoncé dans le précédent mémoire que le muriate de soude qu'on obtenait de l'urine prenait la forme d'octaëdres, et que celui d'ammoniaque en était séparé sous la figure de cubes. Nous avons cité, à cette occasion, le procédé pour obtenir du sel marin octaëdre, inséré, il y a quinze ou seize ans, dans le *Journal de physique*, et qui consiste à saturer de l'urine récente de ce qu'elle peut dissoudre de ce sel, et à l'exposer au soleil dans un vaisseau couvert. Nous n'avons pas oublié de faire remarquer que jusqu'ici les chimistes paraissaient avoir été induits en erreur sur ces deux sels de l'urine, en prenant, d'après l'illusion de leur forme, le muriate d'ammoniaque pour celui de soude, et réciproquement ce dernier pour le premier : enfin nous avons dit que cette variation, cette sorte d'inversion des formes, était due à la combinaison des sels avec l'urée, et cette propriété singulière, la première observée jusqu'ici dans ce genre, nous a déja servi à caractériser cette matière animale, et à la marquer,

dans la série des composés animaux, comme un des plus extraordinaires qui se soient offerts à l'analyse. Il ne nous reste plus qu'à faire connaître ici comment cette découverte s'est présentée à nous dans notre travail, et comment nous l'avons confirmée par des expériences.

Des cubes salins rougeâtres, obtenus dans l'évaporation de l'urine humaine, et que les chimistes avaient regardés, avant nous, comme du sel marin, nous ayant présenté, il y a deux ans environ pour la première fois, la propriété de ne pas décrépiter sur les charbons ardens, mais celle de se fondre ou de se ramollir, et de s'exhaler en fumée, nous soupçonnâmes qu'ils n'étaient pas de véritable muriate de soude, quoique nous les eussions pris toujours pour tels jusqu'à cette époque, et nous résolûmes de les examiner avec plus de soin, sans nous en tenir désormais à leur aspect, qui seul avait suffi pour prononcer sur leur nature. En effet leur saveur était âcre et chaude au lieu d'être salée; ils produisaient beaucoup de froid en se dissolvant; traités par la chaux et la potasse, ils donnaient une forte odeur ammoniacale, et, par l'acide sulfurique concentré, du gaz acide muriatique; chauffés dans un appareil fermé, ils se sont sublimés en laissant un résidu charbonneux; enfin la portion sublimée et privée de sa matière colorante par l'action du feu, puis dissoute dans l'eau bouillante, a repris la forme propre au muriate d'ammoniaque.

D'un autre côté, des cristaux octaëdres bruns et très-colorés, obtenus après les précédens, et en même temps

qu'eux, par l'évaporation bien ménagée de l'urine humaine, ayant été examinés par les mêmes procédés et avec la même attention, nous ont présenté tous les caractères du muriate de soude. En les chauffant sur-tout fortement dans un creuset jusqu'à les faire rougir, et en réduisant à l'état charbonneux la matière colorante qui leur était unie, nous leur avons rendu, par la dissolution dans l'eau et par l'évaporation, la forme cubique qui appartenait à leur nature. Nous nous sommes aperçus, en faisant cette dernière expérience, qu'il fallait détruire entièrement la matière colorante de ce sel marin octaëdre, et l'amener au blanc pour lui redonner sa première forme, et lui enlever, en quelque sorte, le masque dont il était couvert; quelquefois même nous l'avons eu presque blanc, et cependant encore octaëdre.

Ces observations, ces expériences répétées un grand nombre de fois, nous ayant fait voir que la variation de forme, la conversion du cube primitif du muriate de soude en octaëdre, et celle de l'octaëdre primitif du muriate d'ammoniaque en cube, tenaient à la présence et à la combinaison de la matière colorante, il nous était facile de soupçonner que cette dernière était la même que l'urée; mais, pour en acquérir une preuve convaincante, nous avons fait les expériences suivantes.

Du muriate de soude bien pur en cubes parfaits, n'ayant rien de commun avec l'urine humaine à laquelle il n'avait jamais appartenu, puisqu'il provenait d'eau de source salée évaporée, a été dissous avec partie égale d'urée cristallisée dans cinq fois son poids d'eau distillée.

On a mis cette dissolution rouge dans une capsule de porcelaine, qu'on a couverte d'un papier pour en écarter les corps étrangers, et qu'on a livrée à l'évaporation spontanée. En quelques décades, il s'y est formé des cristaux octaëdres très-réguliers, d'une couleur brune rougeâtre.

La même expérience et dans les mêmes proportions a été faite avec le muriate d'ammoniaque; il s'est déposé, au bout de quelques jours, de très-beaux cubes, d'un volume assez considérable, d'une régularité parfaite, et d'une couleur rouge brune très-transparente.

On a obtenu, dans l'un comme dans l'autre de ces essais, plusieurs levées successives de cristaux, les premiers toujours octaëdres, et les seconds constamment cubiques.

Dans une troisième expérience, on a dissous, dans la même eau distillée, une partie de muriate de soude, une de muriate d'ammoniaque et deux d'urée. Il s'est d'abord déposé des cristaux cubiques très-réguliers de muriate ammoniacal, et ensuite des octaëdres parfaits de sel marin; les uns et les autres teints en rouge foncé et transparens.

C'est donc un fait certain, bien prouvé maintenant, que l'urée, dissoute dans la même eau que les deux muriates indiqués, modifie et renverse leur forme naturelle, en se combinant avec chacun d'eux, et en pénétrant les lames de leurs cristaux. C'est donc à elle qu'est due la figure octaédrique que prend le sel marin dont on sature l'urine humaine, et qui s'en dépose ensuite par

l'évaporation spontanée. Les chimistes à qui cette singulière propriété a échappé jusqu'ici, ont certainement pris, d'après cette erreur inévitable pour eux, le sel marin pour du sel ammoniac, et le sel ammoniac pour du sel marin. Mais quelle est la cause de cette inversion de forme, de cette larve cristalline? pourquoi l'urée modifie-t-elle la position respective, et change-t-elle les lois de décroissement entre les molécules intégrantes de ces deux sels? Ces questions, d'un ordre peut-être trop élevé pour pouvoir être résolues dans l'état actuel de nos connaissances chimiques, tiennent sans doute à la solution du problème de la cristallisation, et doivent répandre tôt ou tard un grand jour sur la géométrie que la nature exerce dans la formation des cristaux. On voit bien que le changement de densité de la liqueur doit être la principale source de ces variations. Il est néanmoins bien remarquable qu'on n'ait point encore aperçu cette propriété dans aucune substance naturelle, et que ce soit la première fois, depuis plus de vingt ans, que l'on a commencé à entrevoir l'existence des formes secondaires des cristaux, dues aux décroissemens par les bords et par les angles, qu'on ait trouvé une substance qui, ajoutée à des dissolutions de sels, est capable de régler ou de diriger un mode de ces décroissemens dans la superposition des molécules salines.

Le temps ne nous a point encore permis de reconnaître si l'urée modifie la forme d'autres sels, si cette propriété est générale par rapport à la classe entière des corps salins, ou si elle est bornée à influencer seulement

la figure des deux muriates. Nous avons cependant déja recherché si cette influence s'étendait sur les autres sels contenus dans l'urine, et nous n'avons rien trouvé encore qui nous satisfasse (1).

(1) A cette occasion nous décrirons ici ce que nous avons eu occasion de remarquer en purifiant les mélanges salins extraits de l'urine; car on doit voir que cette purification consiste spécialement dans l'art de séparer la portion d'urée attachée aux cristaux salins, et qui les rend bruns, sales, déliquescens. Si nous n'avons pas trouvé la modification de forme que nous cherchions dans ces sels, ils nous ont offert dans l'ordre de leur séparation, dans leur nombre et dans leur nature, plusieurs faits utiles qui doivent servir ici de complément, et même, à quelques égards, de correction à ceux qui ont été détaillés dans le mémoire précédent.

Nous remarquerons d'abord que ce n'est point par l'évaporation, même la plus soignée et la mieux ménagée, de l'urine, qu'on peut obtenir les divers sels qu'elle contient. Il faut évaporer à une chaleur douce ce liquide à siccité, traiter le résidu par l'alcool qui lui enlève la plus grande partie de l'urée, du muriate d'ammoniaque, l'acide benzoïque, et même une petite portion de muriate de soude, puis par l'eau bouillante qui dissout tous les sels solubles sans toucher seulement au phosphate de chaux et à l'acide urique. Cette dissolution aqueuse dépose, par le refroidissement, 1°. des cristaux cubiques de muriate de soude; 2°. des cristaux en lames carrées, ayant deux angles solides du même côté tronqués, d'une saveur fraîche, précipitant par l'eau de chaux; 3°. des prismes à six pans, sans pyramides, moins nombreux et plus gros que les précédens, précipitant par l'eau de chaux, et donnant en même temps, par la solution de barite, un précipité non entièrement soluble par l'acide muriatique. Ces deux sels examinés soigneusement ont montré tous les caractères du phosphate ammoniaco de soude. Nous les avons d'abord pris pour du phosphate de soude pur, parce que la soude n'en dégageait pas d'ammoniaque; mais la potasse en ayant opéré le dégagement, nous avons reconnu par-là que le phosphate d'ammoniaque, uni au phosphate de soude, n'était pas décomposable par la soude, et que l'ammoniaque pouvait même décomposer une portion de phosphate de soude, jusqu'à ce qu'elle l'eût fait parvenir à l'état de sel triple.

Les deux dernières sortes de cristaux se trouvant mêlées de muriate de

§. VII.

Résumé sur les propriétés caractéristiques de l'urée; conclusion sur sa nature intime et sur les proportions de ses principes constituans.

Loin d'avoir complété l'examen chimique de l'urée, nous sentons que nous n'avons fait encore qu'en ébaucher l'histoire. Ce n'est pas après quelques mois écoulés depuis la découverte d'une substance animale aussi singulière dans toutes ses propriétés, qu'il est permis de croire qu'on est parvenu à en connaître exactement les caractères. Il faudra sans doute beaucoup d'autres

---

soude, et de plus salies encore par une matière colorante animale, on les a lavées avec environ le tiers de leur poids d'eau; on les y a laissé macérer pendant quelques minutes, après lesquelles on a filtré. On est ainsi parvenu à séparer par l'eau la plus grande partie du muriate de soude et de la matière colorante. L'eau du lavage, réunie à l'eau-mère des premiers cristaux, et soumise avec elle à une évaporation douce, a donné à la surface de la liqueur une croûte saline composée de beaucoup de trémies collées les unes aux autres; la moitié de cette liqueur étant évaporée, et l'évaporatoire étant retiré du feu, on a percé la croûte saline sur un point de sa circonférence; on a fait couler le liquide contenu sous cette croûte. La croûte, détachée et observée attentivement, a présenté deux espèces de cristaux; les uns cubiques, salés, de muriate de soude; les autres en prismes carrés réguliers, de 5 à 6 millimètres, d'une saveur piquante et amère, précipitant le nitrate d'argent en une matière caséiforme, et très-reconnaissable pour du muriate de potasse. Le sel marin, dissous séparément, a été d'abord calciné dans un creuset de platine, pour détruire la matière colorante qui le salissait encore; ensuite on l'a dissous dans l'eau. Cette dissolution, évaporée jusqu'à pellicule, puis refroidie, a fourni en douze heures, sous la

expériences que celles qu'il nous a été permis de faire, pour en étudier sur-tout les combinaisons. A peine, dans celles que nous venons de décrire, semble-t-il qu'elle soit susceptible de s'unir à d'autres corps; le feu, l'air, l'eau, les acides et les alcalis, dont nous avons décrit la manière d'agir sur l'urée, sont vraiment pour elle des instrumens d'analyse, et si l'on en excepte sa dissolution dans l'eau et dans l'alcool, ainsi que son union avec les deux muriates de soude et d'ammoniaque cristallisés, peut-être aussi avec l'acide muriatique qui paraît y rester uni sans la changer et la défendre même contre l'action de plusieurs corps, toutes les expériences que nous avons exposées comprennent des moyens de décomposition, et presqu'aucun procédé de synthèse, de

croûte de sel marin et au fond de la capsule, des prismes à six pans, avec des sommets à facettes irrégulières, que leur dureté, leur fragilité, leur saveur amère, leur décrépitation sur les charbons ardens, enfin leur propriété de précipiter le muriate de barite en une matière lourde, indissoluble dans l'acide muriatique, ont fait reconnaître pour du sulfate de potasse. Pendant cette évaporation il se séparait dans la liqueur des flocons très-légers qui avaient tous les caractères du phosphate de magnésie. Ainsi voilà cinq espèces de sels diverses que l'on peut séparer les unes des autres, en évaporant avec beaucoup de lenteur et d'attention les dissolutions qu'on en fait. Ce sont les muriates de soude et de potasse, le phosphate ammoniaco de soude, le sulfate de potasse et le phosphate de magnésie. Celui-ci se trouve souvent dans l'état de phosphate triple, ou ammoniaco-magnésien. Quelquefois il y a encore une sixième espèce, savoir, du muriate d'ammoniaque. On peut isoler exactement toutes ces six espèces de sels, en mettant beaucoup de temps et d'attention dans l'évaporation de leur dissolution. La preuve que c'est l'urée qui salit ces sels, et qu'on en sépare dans leur purification, c'est que la dernière eau-mère qui en provient, épaissie au feu, cristallise par l'addition de l'acide nitrique un peu concentré.

combinaison où elle entre sans altération. Tout reste à faire encore dans ce genre; à peine avons-nous ouvert cette dernière carrière. Il est vrai qu'il nous a paru plus pressant de déterminer la nature de ce corps et de connaître ses principes, que d'en examiner d'abord les combinaisons. Considéré sous le premier de ces rapports, il nous était permis d'espérer que nous trouverions des résultats utiles, des applications importantes pour les sciences et les arts, tandis que le second genre de recherches semblait ne pas promettre des inductions si promptement ou si immédiatement avantageuses. Voilà ce qui nous a déterminés à publier nos premières expériences, quoiqu'elles ne doivent encore être regardées que comme une véritable ébauche, dont le temps seul et plus de moyens que ceux qui sont aujourd'hui à notre disposition pourront faire terminer le travail. Quelque peu avancé qu'il soit néanmoins, il nous a paru suffisant pour donner une première notion de l'urée, pour attirer sur elle l'attention des chimistes, et les engager à confirmer nos essais, pour la leur présenter comme une matière digne, à beaucoup d'égards, de leurs expériences, et pleine de découvertes, pour l'offrir enfin aux physiologistes et aux médecins comme un nouveau sujet de méditations propres à répandre quelque lumière sur la physique animale et sur la nature des maladies qui attaquent l'organisation, et détruisent l'équilibre des fonctions des animaux.

Pour donner plus de force à ces assertions, rassemblons ici dans un cadre plus étroit, et sous un point de

vue plus rapide, les propriétés que l'urée nous a présentées; tirons-en le résultat qu'elles nous ont offert sous le rapport de la détermination de sa nature intime, de la proportion de ses principes, et de sa comparaison exacte avec les autres matières animales.

A. Cristallisation en masse lamelleuse et brillante, composée de lamelles ou de feuillets jaunâtres et serrées dans le centre, ou de grains réunis et condensés; couleur constamment brune dans les parties déliquescentes; séparation subite de l'urine fortement évaporée par le refroidissement, ou de l'alcool qui la tenait en dissolution pareillement évaporé ou refroidi; odeur urineuse alliacée, d'une insupportable fétidité, et affaiblissant les individus qui y sont exposés pendant quelque temps; saveur forte, piquante et âcre; adhérence aux vases qui la contiennent, dureté telle qu'on ne la coupe qu'avec peine : voilà quelles sont les propriétés physiques qui la caractérisent et la distinguent trop de toutes les autres substances animales, pour qu'elle ne soit pas reconnue comme une matière vraiment particulière.

B. Fusion très-prompte, boursouflement rapide par le feu, volatilisation et odeur atroce quand elle est chauffée vivement, destruction facile par la distillation à feu nu, production énorme de carbonate d'ammoniaque qui excède les deux tiers de son poids, traces constantes d'acide prussique, charbon très-peu abondant, isolement du muriate d'ammoniaque, formant plus du sixième de sa masse, et de quelques centièmes seulement

d'acide benzoïque : telle est la manière de se comporter dans sa décomposition par le calorique, qui place l'urée dans un ordre de substances, dont aucune autre analyse par le feu n'a encore montré d'exemple.

C. Attraction tellement forte pour l'eau, qu'elle l'enlève promptement à l'atmosphère, qu'elle se ramollit et se fond à sa surface; état pâteux et sirupeux, avec une couleur brune foncée, dû à cette déliquescence, et qui la rend si différente sous cette forme mielleuse de la portion cristalline, placée au-dessous, qu'on serait tenté de la regarder comme une substance différente; dissolution rapide dans de petites quantités d'eau; coloration variée de cette dissolution suivant la proportion d'eau depuis le rouge brun et presque noir jusqu'au jaune citroné ou légèrement orangé, qui imite, à la volonté du chimiste, toutes les urines possibles, depuis la moins teinte et la plus légère jusqu'à la plus rouge et la plus chargée; décomposition, conversion en carbonate d'ammoniaque par l'action de l'eau chaude, même avant son ébullition, pourvu que cette action soit long-temps continuée : on ne peut méconnaître, dans cette suite de phénomènes, une manière d'être, un mode d'altération qui n'appartiennent qu'à l'urée, et qui lui assignent une place très-distincte parmi les substances animalisées.

D. Fermentescibilité très-forte quand sa dissolution très-étendue d'eau est mêlée d'une substance animale gélatineuse ou albumineuse, presque nulle ou au moins très-lente, lorsqu'elle est seule et sans une autre

matière animale qui puisse lui servir de ferment; formation de carbonate et d'acétite d'ammoniaque, produits de cette espèce de fermentation putride; source de la rapide putréfaction de l'urine, de l'odeur infecte qu'elle répand, et des divers genres d'altérations qu'éprouvent les diverses matières qu'elle contient : ce sont encore autant de caractères qui déterminent, aussi bien que les précédens, la nature et les propriétés spéciales de l'urée.

E. Conversion lente en acide acéteux et en ammoniaque par l'acide sulfurique aidé de la chaleur; précipitation subite de sa dissolution concentrée en cristaux lamelleux, brillans et comme soyeux par l'acide nitrique fort; décomposition lente, fusion presque totale en acide carbonique et en gaz azote, extrêment abondans, et qui se dégagent très-long-temps, par l'action de l'acide nitrique faible, aidée d'une chaleur douce; dissolution et conservation par l'acide muriatique; décomposition en ammoniaque et acide carbonique par l'acide muriatique oxigéné : à ces phénomènes, on reconnaît toujours un composé très-différent de ce qui a été trouvé jusqu'aujourd'hui parmi les matières animales.

F. Enfin dissolution rapide par la potasse, et passage constant de la matière à l'état de carbonate et d'acétite d'ammoniaque par l'action simultanée de la chaleur faible et de l'alcali fixe; union intime avec le muriate de soude, dont elle fait passer le cube à l'octaëdre, et avec le muriate d'ammoniaque qu'elle transforme de l'octaëdre

au cube : voilà sans doute assez de qualités individuelles, assez de propriétés chimiques singulières, pour ne laisser aucun doute sur la nature particulière de l'urée.

On a vu jusqu'ici que toutes les différences remarquables, présentées par l'urée dans les diverses expériences auxquelles nous l'avons soumise, sont manifestement dues à la grande quantité d'azote qu'elle recèle dans sa composition. Mais ce résultat qui montre l'urée comme la matière animale la plus azotée possible, ne suffit pas à l'exactitude d'une analyse : on ne peut avoir une connaissance satisfaisante de la nature d'un composé, que quand on est parvenu à déterminer la proportion des divers principes qui le forment. En recherchant, sous ce rapport, les données fournies par nos essais, nous avons reconnu que les produits de la distillation pouvaient nous conduire au but que nous cherchions, avec d'autant plus d'assurance, qu'ils se trouvaient répondre aux résultats des autres genres de décomposition.

J'ai dit ailleurs que 288 parties d'urée avaient donné par le feu 200 parties de carbonate d'ammoniaque, 10 parties de gaz hidrogène carboné, et 7 de résidu charbonneux, ce qui, avec 3 parties de perte, laissait 68 pour le muriate ammoniacal, le muriate de soude et l'acide benzoïque; matières qui, quoiqu'accompagnant constamment ce composé, ne le constituent pas véritablement, et doivent être regardées comme étrangères à sa nature. Il faut donc réduire 288 parties d'urée extraite de l'évaporation de l'urine et du traitement de son résidu

par l'alcool, à 217 de vraie matière urinaire, dont 200 se changent en carbonate d'ammoniaque, 10 se dégagent en gaz hidrogène carboné, et 7 prennent la forme fixe de résidu charbonneux. Or, 200 parties de carbonate d'ammoniaque, sublimé et cristallisé, étant formées de 90 d'acide carbonique, de 86 d'ammoniaque et de 24 d'eau, et chacun de ces trois composés binaires étant réduit à ses élémens primitifs, ou à ses principes constituans, il en résulte, en ajoutant au carbone de l'acide carbonique celui qui est resté en résidu charbonneux, en additionnant les trois quantités d'hidrogène contenues dans l'ammoniaque, dans l'eau, et dégagé en gaz, ainsi que celle de l'oxigène faisant partie de l'eau et de l'acide carbonique, que les 217 parties d'urée contiennent réellement 85.2 d'oxigène, 69.4 d'azote, 32.2 de carbone, et 30.2 d'hidrogène; ce qui fait, à très-peu de chose près, pour les 100 parties de cette matière animale, 39.5 d'oxigène, 32.5 d'azote, 14.7 de carbone, et 13.3 d'hidrogène. Il faut remarquer néanmoins que sur les 39 $\frac{1}{2}$ d'oxigène, il y en a 11.0 environ qui appartiennent à de l'eau toute formée, ainsi que 2 d'hidrogène; en sorte que l'azote est véritablement le principe dominant de l'urée, et que ce caractère, si prononcé dans tous les phénomènes de décomposition de cette matière, se retrouve en effet le plus saillant de tous dans l'examen de la proportion de ses élémens constitutifs. On voit par-là pourquoi cette substance si surchargée d'azote fait une si longue effervescence avec l'acide nitrique, pourquoi elle fournit tant d'ammoniaque dans tous ses modes

de décomposition. Quelque petite que soit la proportion d'hidrogène qu'elle recèle, en comparaison de beaucoup d'autres substances animales, elle est plus considérable que celle qui suffit à la formation de l'ammoniaque; et sa quantité excédante, presqu'égale à celle qui fait partie de ce dernier composé, se dégage libre en entraînant un peu de carbone, plutôt que d'entrer dans une combinaison huileuse, parce que le carbone trouve une quantité d'oxigène suffisante pour le brûler; ainsi il ne doit point se former d'huile, et l'on n'en obtient en effet que quelques légères traces dans la distillation de l'urée.

Tous les phénomènes, tous les produits qui se sont présentés dans le traitement de ce corps par les principaux réactifs, se déduisent avec facilité et simplicité de la connaissance de sa composition; par-tout on y voit un composé tout prêt à passer à l'état de carbonate d'ammoniaque, pour peu que l'équilibre de sa composition soit rompu, que le lien qui retient ses principes soit relâché. On doit, en un mot, la concevoir par la théorie de sa constitution, ainsi qu'on l'a vu par le fait même des expériences que nous avons décrites, comme un composé extrêmement peu permanent, toujours disposé à se détruire par les moindres efforts qui agissent sur lui; comme une matière subissant des changemens faciles et prompts, quelle que soit la nature des agens auxquels elle est soumise.

Il est temps de rechercher, après toutes ces données sur sa décomposition, sur sa nature et sur ses principes, ce que la connaissance de ce corps singulier dans toutes

ses propriétés peut et doit avoir d'influence dans les progrès de la physique animale, ainsi que dans la théorie et dans la pratique des arts chimiques où l'urine est employée. Ce but important de tout notre travail, qui doit faire sentir l'utilité, la nécessité même de recherches ultérieures, fera le sujet du huitième et dernier paragraphe de ce mémoire.

§. VIII.

Utilité de la connaissance de l'urée pour la physique animale et pour les arts.

Il est bien naturel de croire qu'une substance nouvellement découverte, et même très-légèrement connue encore, quand elle appartient aux effets constans et réguliers de l'économie animale, quand elle est une de ses productions habituelles, doit éclairer d'un nouveau jour les phénomènes de la physique des animaux; toujours en dissolution dans l'urine, et lui donnant ses caractères spécifiques, produit nécessaire de l'animalisation, matière qui doit être évacuée chaque jour dans une proportion déterminée, et par conséquent dont la sortie plus ou moins abondante annonce des changemens dans l'économie des animaux; l'urée, vue sous tous ces rapports, doit être destinée, par la nature, à des usages importans; et ces usages n'ont pu être appréciés, ils ont dû être entièrement méconnus, tant que cette substance est restée cachée aux physiciens.

Le caractère principal d'une substance excrémentitielle

consiste presque toujours dans une propriété nuisible, qui souvent se joint à l'excès de sa proportion parmi les humeurs animales; l'une et l'autre de ces qualités dictent, en quelque manière, la loi de l'excrétion : et si quelquefois la trop grande abondance paraît être la seule cause de la sortie d'une matière hors de nos corps, cette matière même contracte ordinairement alors une âcreté qui en rendrait plus dangereuse encore la retenue dans les organes. L'urine a sur-tout été considérée sous ce double rapport. On l'a toujours annoncée en physiologie, comme une des liqueurs excrémentitielles, dont la sortie importait le plus au corps des animaux; les maladies affreuses produites dans tous les cas où elle est retenue dans ses couloirs, celles plus dangereuses encore, que son reflux vers des régions étrangères à ces organes urinaires entraîne quelquefois avec une si redoutable célérité, l'ont fait regarder comme une matière âcre, dont l'excrétion est un des besoins les plus impérieux pour tous les animaux : mais la plupart des physiologistes ne l'ont vue que comme une lessive saline, comme l'évacuant naturel des sels introduits avec les alimens, ou formés par les mouvemens de la vie. Boerhaave, il est vrai, voyait dans l'urine une excrétion bien plus importante que celle des simples matières salines; il l'avait énoncée comme expulsant la portion de nos humeurs trop voisine de la putréfaction, et trop disposée à entraîner les autres dans ce mouvement de décomposition septique. Il est même bien remarquable que cette belle idée n'ait point été poursuivie, ni même presque accueillie par les physio-

logistes, quoique le professeur de Leyde l'eût présentée avec beaucoup de développemens dans ses élémens de chimie.

La découverte de l'urée, en confirmant, sous quelques rapports, la première vue de Boerhaave, en corrigeant la fausse notion d'une huile animale exaltée, qu'il en avait donnée, et qui avait été copiée par quelques auteurs de physiologie et de médecine, mène à une connaissance bien plus exacte et bien plus précieuse de l'évacuation urinaire. On ne peut pas douter, d'après sa nature connue, qu'elle ne soit un excrément d'un genre particulier et très-différent de tous ceux qui sortent par les autres émonctoires. La grande quantité d'azote qu'elle contient la montre manifestement comme un évacuant de ce principe, et, sous ce rapport, les reins deviennent pour le physiologiste le couloir naturel de l'azote, comme les poumons le sont du carbone, le foie de l'hidrogène. On ignorait jusqu'ici par quelle voie sortait le principe qui surabonde d'autant plus facilement dans le corps animal, que c'est sa présence qui, comme on le sait d'après les découvertes modernes, distingue et caractérise le plus les substances composant son tissu; la route de son évacuation n'est donc plus un mystère. C'est du sang arrivant par les artères rénales que cette matière azotée se sépare, et c'est ainsi que ce liquide vital, en perdant la surabondance de ce principe, prend et conserve l'équilibre de composition qui lui est nécessaire.

Une des propriétés les plus remarquables de l'urée étant la formation de l'ammoniaque, et cet alcali volatil

étant un des produits les plus caractérisés de la putréfaction, il est naturel que Boerhaave, à qui cette abondante production ammoniacale dans l'urine n'avait point échappé, ait regardé cette liqueur comme chargée d'une matière extrêmement putrescible, et comme emportant hors de nos corps la cause qui en produirait la destruction septique si elle y séjournait trop long-temps. En effet, quoiqu'aucune expérience positive n'ait encore prononcé à cet égard, il est infiniment vraisemblable que lorsque l'urée n'est pas séparée du sang, la surcharge de ses élémens, et sur-tout de l'azote dans nos humeurs, est capable d'y faire naître des maladies, et sur-tout celles qui sont de nature putride, puisque les connaissances chimiques actuelles prouvent que les composés organiques sont d'autant plus putrescibles qu'ils contiennent plus d'azote en raison des attractions plus multipliées que sa présence porte dans ses composés, et de la facilité des mutations et des conversions qu'elle y fait naître ou qu'elle y détermine.

Cette fonction des reins de *désazoter* en quelque sorte les humeurs, et peut-être même les solides de nos corps, doit sur-tout fixer l'attention des médecins. L'urine leur offrant désormais non seulement l'évacuation des phosphates surabondans, mais sur-tout l'écoulement d'une matière très-disposée à l'ammoniacation putride, il leur importe de pouvoir déterminer la proportion et l'état de l'urée dans ce liquide excrémentitiel, d'estimer ses différens rapports de quantité et de nature dans les diverses maladies; il est instant de ne plus s'en tenir à la

simple inspection, à ses propriétés physiques, mais d'en déterminer avec soin la pesanteur spécifique sur laquelle l'urée, cinq à six fois plus abondante que l'ensemble des sels que l'urine tient en dissolution, a la plus grande influence; de rechercher, dans la mesure de sa coloration, celle de la proportion de cette substance, de l'analyser sur-tout dans les cas où cette matière semble y manquer tout-à-fait, comme dans les accès histériques, hypocondriaques, les affections convulsives et nerveuses, et dans les cas où elle est plus abondante que de coutume, comme à la fin de quelques fièvres, dans les maladies du foie; de suivre ses rapports avec l'acide urique dont Schéele avait déja observé la grande quantité dans les urines critiques. Nous regardons ce genre de recherches comme tellement important, qu'elles nous paraissent renfermer en elles la solution de plusieurs phénomènes relatifs à la pathologie; elles ne peuvent être faites, à la vérité, que dans un hospice entièrement consacré à de pareils travaux, et muni en conséquence de tout ce qui est nécessaire à cette série d'expériences.

A défaut de ce moyen qu'il n'appartient qu'au gouvernement de mettre à la disposition de l'art, et qui montrerait, en quelques années, ce qu'on peut attendre de ce nouveau mode d'interroger la nature, quelques observations isolées peuvent déja nous apprendre quels pas les premières notions acquises peuvent faire faire dans la route de la vérité. Quand l'urine, par quelque cause que ce soit, séjourne dans la vessie plus de temps qu'elle ne doit y rester, sur-tout dans cette ma-

ladie si fâcheuse que l'on connaît sous le nom de rétention, elle y contracte une âcreté ammoniacale qui se manifeste par une odeur forte et fétide, par une couleur brune lorsqu'elle est évacuée par l'art ingénieux de la sonde. C'est à cette formation de l'ammoniaque qu'est due la douleur souvent insupportable que les malades ressentent, comme le prouve celle qui est la suite de l'injection de l'eau même légèrement imprégnée d'ammoniaque dans le canal de l'urètre; injection qui, d'après l'expérience du docteur Swédiaur, imite si bien la blénorrhagie par l'irritation et l'écoulement muqueux qu'elle fait naître.

Chez les vieillards, dont la sensibilité et l'irritabilité des fibres de la vessie est affaiblie, et qui périssent souvent par suite de cet accident, l'urine qui reste trop de temps dans la vessie y devient aussi ammoniacale et fétide; elle sort trouble, visqueuse et filante par le mucilage gélatineux que cette addition de l'ammoniaque en sépare de l'acide qui le tient en dissolution dans l'état naturel. Le même phénomène a lieu quelquefois dans les douleurs et la stase urinaire, produites par la présence d'un calcul dans la vessie. Souvent les calculeux, à la suite des tortures qui les tourmentent, rendent de l'urine épaisse, glaireuse dans quelques points comme de la colle, et l'on ne peut méconnaître ici l'effet chimique de l'ammoniaque formée, et de l'altération septique que l'urée a déja subie dans la vessie. C'est ainsi et par le même mécanisme, que nous avons vu constamment chez trois calculeux auxquels nous avons administré

la dissolution très-étendue de potasse en injection, l'urine sortir glaireuse et chargée de flocons qui en arrêtaient quelquefois le jet en bouchant les yeux de la sonde. Quatre malades attaqués de ce qu'on nomme la gravelle, et qui, d'après notre conseil, prenaient, depuis plusieurs jours, quelques gouttes de lessive de potasse dans un demi-litre d'eau de graine de lin, ont également rendu de l'urine épaisse et filante, par l'action de l'alcali sur ce liquide. Nous avons déja fait observer, dans le mémoire précédent, en parlant de la précipitation du mucilage de l'urine par l'ammoniaque qui s'y forme, que cette précipitation était accompagnée du dépôt de phosphate de chaux, et celui-ci doit en effet augmenter plus ou moins la quantité du précipité.

Il serait extrêmement curieux et en même temps utile de savoir ce qui arrive au sang des artères rénales lorsqu'il dépose ainsi dans les tubes sécréteurs des reins les matériaux de l'urée, quel changement de nature il éprouve par cette séparation d'azote si abondante. Nous n'avons eu ni les moyens ni les occasions de nous livrer à ce genre de travail; il exige qu'on examine comparativement le sang artériel et le sang veineux des vaisseaux des reins. C'est ici que les institutions anatomiques et les expériences chimiques se touchent et s'aident mutuellement : on sait bien que pour les suivre avec les soins qu'elles exigent dans leurs rapports et leur contact, il faut des moyens et des secours qui ne sont que bien rarement à la puissance des particuliers. Quand on pourra tenter cette belle expérience, on reconnaîtra si l'eau

abondante dans l'urine n'est que séparée du sang, ou si elle se forme immédiatement dans le couloir rénal par la décomposition du liquide sanguin. Dans ce dernier cas une fois déterminé, les reins seraient destinés à désoxigéner et à désazoter en même temps le sang, et celui-ci devrait à son retour être surchargé d'hidrogène et de carbone.

Nous nous bornerons à ces vues générales en ce moment; nous ne voulons qu'annoncer l'importance qui résulte, pour la science de l'économie animale, de la connaissance de l'urée, et ce que nous venons de dire suffit pour cela.

Quant aux applications de cette connaissance aux arts, il en est quatre principales dont nous croyons utile de faire mention ici; la formation artificielle du nitre, l'emploi de l'urine au dégraissage et au foulage, l'extraction de l'ammoniaque et celle du muriate d'ammoniaque de ce liquide.

Les salpétriers ont observé depuis long-temps que les pierres tendres, les terres meubles, les sols imprégnés d'urine, se chargeaient promptement et abondamment du sel qu'ils exploitent. Aussi préfèrent-ils les matériaux de cette nature à tous les autres; aussi, dans l'Helvétie et la Suède, tire-t-on un grand parti de l'urine des bestiaux pour la formation du salpètre; et, dans plusieurs nitrières artificielles de France, a-t-on soin d'arroser d'urine humaine les mélanges terreux et les débris de végétaux et d'animaux qui en font la base. Il est évident que ce liquide contribue beaucoup à la forma-

tion de l'acide nitrique, d'après la proportion considérable d'azote qui entre dans la composition de l'urée, et l'on peut assurer qu'aucune substance naturelle ne doit l'emporter sur celle-ci par cette propriété. Le contact de l'oxigène atmosphérique et de plusieurs matières végétales paraît empêcher, dans le cas de salpétrisation, la formation de l'ammoniaque dans l'urée, et déterminer celle de l'acide nitrique.

Les anciens faisaient un beaucoup plus grand usage de l'urine pour nettoyer les étoffes de laine et sur-tout les blanches, qu'on ne le fait aujourd'hui; et il paraît que les ouvriers employés à ce travail gardaient plus ou moins long-temps chez eux l'urine qui y était destinée, comme le montrent assez beaucoup de passages des auteurs latins, et sur-tout plusieurs épigrammes de Martial, qui se plaint amèrement de la mauvaise odeur des ateliers, des vases de terre qui y servaient, et du quartier de Rome où cet art était pratiqué. Tout prouve que l'urine pourrie, usitée pour ce travail, agissait par l'ammoniaque qui s'y était formée, et qu'elle devait être préférée aux alcalis fixes, parce que ceux-ci étaient déja connus pour altérer trop fortement les tissus de laine, tandis que l'ammoniaque n'en diminue pas sensiblement la force et la nature.

L'art de retirer l'*ancien sel volatil*, ou le carbonate d'ammoniaque sublimé de l'urine, est connu depuis long-temps en chimie; on le pratiquait à la fin du dix-septième siècle; la théorie de sa préparation reçoit une grande simplicité par l'appréciation de la nature de l'urée. On

sait qu'elle en fournit très-abondamment après avoir subi la putréfaction. Il est bon d'observer néanmoins, sur sa conversion ammoniacale, que quand l'urine a été évaporée fortement et à siccité, elle ne fournit plus autant de carbonate d'ammoniaque par la fermentation, même quand on y ajouterait la même quantité d'eau que celle qui y existait auparavant. Cela vient de ce qu'il se sépare et se détruit pendant l'évaporation une matière animale gélatineuse ou albumineuse, qui, avant cette opération, lui servait de ferment, et déterminait la formation de l'ammoniaque; tandis qu'abandonnée seule et sans ferment à sa décomposition spontanée, l'urée qui l'éprouve difficilement et lentement, passe en partie à l'état d'acide acéteux qui diminue d'autant la proportion de l'ammoniaque. Il y a donc beaucoup d'avantages à faire pourrir l'urine au lieu de l'évaporer fraîche, pour en obtenir le carbonate d'ammoniaque.

Enfin l'extraction du muriate d'ammoniaque, dont quelques chimistes modernes, et spécialement Rouelle le cadet, révoquaient presqu'en doute l'existence dans l'urine humaine, parce qu'elle leur était masquée par la forme cubique que l'urée lui fait prendre, peut aussi être comptée parmi les arts auxquels ce liquide doit donner naissance, puisqu'après sa putréfaction avancée, il se retrouve presqu'isolé et facile à séparer, par l'action du feu, du résidu que laisse l'urine; d'ailleurs l'emploi du carbonate d'ammoniaque, si abondamment fourni par cette liqueur fermentée comme décomposant des muriates

terreux, peut être considéré comme augmentant singulièrement cette production de muriate ammoniacal; et, sous ce dernier rapport, la dissolution naturelle de l'urée ou l'urine est un des matériaux les plus riches et les plus utiles des manufactures de sels.

MÉMOIRE

A l'occasion d'un ouvrage présenté le 11 fructidor an 6 par le citoyen MAINGON, lieutenant de vaisseau, ayant pour titre : *Mémoire contenant des explications théoriques et pratiques sur une carte trigonométrique servant à réduire la distance apparente de la Lune au Soleil, ou à une étoile en distance vraie, et à résoudre d'autres questions de pilotage*,

Par le citoyen LEVÊQUE.

Lu le 11 vendémiaire an 7.

POUR mettre la classe en état de porter son jugement sur le mérite et l'utilité du travail du citoyen Maingon, nous croyons nécessaire, et à la fois intéressant, de rappeler les principaux travaux des auteurs qui l'ont précédé, et d'exposer sommairement l'état de la science à cet égard. Tout ce qui est nouveau, ou annoncé comme tel, ne peut être bien jugé que par un semblable rapprochement.

L'art de déterminer à chaque instant la position d'un vaisseau, est sans contredit le plus grand de tous les arts : sa pratique consiste, comme on sait, à trouver la latitude et la longitude du lieu où il se trouve. — On a été réduit pendant long-temps à déterminer sa position

par l'estime seule de la route et du chemin du vaisseau, au moyen de la boussole et du loc. La découverte de la boussole, dont la date est encore assez incertaine, porta rapidement la navigation à un grand degré de perfection, et changea la face du monde politique (1). — A l'égard du loc, qui est en usage pour la mesure du chemin, c'est William Bourne qui en a parlé le premier en 1577 (*Regiment for the sea*); mais on ne trouve aucune mention de son usage à la mer avant 1607, dans un voyage aux Indes orientales, publié par Purchas.

Le changement dans les apparences célestes, à mesure qu'on passe d'un lieu à un autre, a de bonne heure donné l'espoir de déterminer sa position à la mer par l'observation des astres. On ne trouve cependant aucun vestige de l'application de l'astronomie à la navigation, avant la fin du quinzième siècle. Les instrumens furent d'abord l'astrolabe, puis l'arbalestrille, et ensuite le quartier de *Davis*, qui a été connu et répandu, dans la marine française, sous le nom de *quart de nonante*.

Telles ont été pendant long-temps les ressources du navigateur. — Dans l'estime de la route par la boussole, et dans celle du chemin par le loc, on est exposé à com-

(1) La boussole a été connue en France avant 1180. Aucune nation de l'Europe n'offre d'autorité plus ancienne que la France. L'usage généralement adopté par toutes les nations maritimes de marquer le nord par une fleur de lis sur les roses des compas de mer, est d'un grand poids en faveur de la France. (Voyez la *Bible* de Guyot de Provins. — *Bibliothèques* de Duverdier et de Lacroix du Maine, édit. de Rigoley de Juvigny, t. IV. — *Catalogue du duc de la Valière*, n° 2707, etc.)

mettre des erreurs considérables; on n'obtient jamais qu'un *à peu près* grossier, que chacun modifie avant de l'employer, suivant son expérience, ses lumières ou ses préjugés. Si les différentes personnes chargées du soin de ces opérations ne communiquoient pas entre elles, et si cette communication ne donnoit pas lieu au rapprochement des résultats, on les verroit, dans des traversées assez courtes, diverger entre eux d'une manière effrayante. On n'approche de la vérité par cette voie que par une compensation d'erreurs tout-à-fait éventuelle, et toute au désavantage de la méthode.

L'observation de la latitude à la mer a enhardi les navigateurs. Sans ce précieux secours de l'astronomie, on n'auroit presque pas osé perdre la terre de vue, bien loin d'entreprendre de traverser dans tous les sens les vastes déserts de l'océan; et quoiqu'avec ce seul secours on ait entrepris les plus grands voyages, et fait les plus importantes découvertes, la navigation restoit toujours très-imparfaite. Il falloit se mettre de bonne heure en latitude du lieu où l'on vouloit aborder; ce qui allongeoit les traversées, tant à cause de l'excédent de chemin qu'il falloit faire, que par les précautions qu'il est indispensable de prendre, à cause de l'incertitude de la longitude. Craignant d'être plus près de terre que l'estime ne l'indique, on est forcé de faire peu de voiles pendant la nuit, souvent à mettre en panne, lorsque quelques indices, bien souvent trompeurs, ou de fausses notions reçues des navires qu'on rencontre, en font craindre le voisinage. Or on sait combien le temps est précieux à la mer,

combien il importe de chercher promptement un abri. Trop souvent à la vue du port, prêt à y entrer, et n'ayant plus besoin que de quelques heures de jour pour terminer ses travaux, on a vu fuir devant soi la terre tant desirée, pour ne la plus revoir; on est devenu le jouet des tempêtes, la proie des flots, ou des ennemis de la patrie.

L'observation de la longitude est le seul remède à de si grands inconvéniens. On a proposé une grande diversité de méthodes plus ou moins exactes, plus ou moins ingénieuses; mais, pour les besoins journaliers de la navigation, elles se réduisent à celle des horloges marines, et à celle des distances de la lune au soleil, ou à une étoile zodiacale.

Gemma Frisius paroît être le premier qui a eu l'idée d'employer les montres, qui venoient alors d'être inventées, à la solution du problème des longitudes. (*De principiis astronomiæ et cosmographiæ*. Anvers, 1530.) — Adrian Metius, Michel Coignet, Blundevil, et quelques autres tentèrent cette méthode sans succès. Huyghens tenta également sans un succès suffisant l'usage des horloges à pendule et des montres de poche, au perfectionnement desquelles il avoit de justes droits. Cet homme si justement célèbre, porta fort loin cette idée, et on voit même que ses premiers essais avoient été utiles dans un voyage du major Holmes, à l'île S. Thomas. (*Christ. Hugenii opera varia*, t. I, p. 213, *Philos. transact.* Ann. 1669) (1).

(1) L'horloge éprouvée par le major Holmes étoit à pendule, et l'une des premières qui furent construites sur les principes de l'auteur. (*Hæc horologia*

Après Huyghens, Henry Sully, excité par les récompenses promises par l'acte du parlement d'Angleterre, de 1714, porta ses vues vers cet objet important. On doit à cet artiste ingénieux et savant tout ce qu'on a connu en horlogerie jusqu'à ces derniers temps où des artistes justement célèbres ont reculé les bornes de cet art. Julien Leroy avoit été l'élève de Sully, puis son émule et toujours son ami; il a perfectionné beaucoup de ses inventions.

En 1726, Harrison dirigea ses travaux vers la construction de ses horloges marines. Le premier essai en fut

---

fuisse ex primo pendulorum genere, nec tam exacta quàm recentiora..... Cette note est du $\frac{13}{23}$ janvier 1655.) Huyghens est regardé comme l'auteur de l'application du pendule aux horloges, quoique cette importante invention ait été revendiquée par plusieurs, sur-tout en Italie et en Angleterre. C'est en 1656 qu'il eut cette idée, et il obtint un privilége des Etats-généraux le 16 juin 1657. Les prétentions du célèbre Robert Hooke sur cet objet remontent au moins à cette époque, et il n'y auroit rien d'étonnant que ces deux hommes célèbres eussent eu la même pensée. Hooke étoit un des hommes les plus féconds en inventions mécaniques et physiques qu'il y eut alors. Personne n'a disputé à Huyghens l'addition de la cycloïde au pendule. Son immortel ouvrage *De horol. oscillat.* est un des plus beaux monumens de sa gloire.

On a aussi attribué à Huyghens l'application du ressort spiral au balancier des montres de poche; mais il ne paroît pas que cela soit fondé. Lahire dit que cette invention fut proposée à Paris, seulement de vive voix, par l'abbé de Hautefeuille; qu'aussitôt Huyghens, qui étoit alors à Paris, s'empara de cette idée, fit construire une montre de poche avec un ressort spiral, qu'il présenta à Colbert; qu'étant fort estimé et très-bien en cour, il lui prit fantaisie de demander le privilége de ces sortes de montres : ce qu'il obtint facilement; mais l'abbé, aidé de quelques ouvriers des plus célèbres, s'opposa à l'entérinement de ce privilége au parlement. L'affaire en resta là,

fait en 1736, dans un voyage à Lisbonne ; mais en 1739, il produisit une seconde horloge ; en 1741, une troisième, et en 1761, une quatrième, qui est celle qui a remporté le prix proposé. Cette dernière pièce fut soumise à différentes épreuves, et ensuite le bureau des longitudes ordonna que M. Larcum Kendall exécuteroit un chronomètre sur les mêmes principes, lequel fut confié aux soins de M. Wales, dans l'une des expéditions du célèbre Cook autour du monde. Au retour, on donna à M. Harrison la totalité de la récompense promise, après beaucoup de débats et d'oppositions.

Plusieurs autres horlogers anglais, tels que Mudge,

---

et Huyghens n'en parla plus. (*Mém. de l'Acad.* année 1717, p. 81, 82.) Cette anecdote répond à l'époque où Huyghens rendit cette découverte publique dans le *Journal des Savans* (février 1665. — *Philos. trans.* mars 1675) ; mais les droits de Robert Hooke sur cette même invention sont bien antérieurs : ils remontent au moins à l'année 1655. Les témoignages et les écrits du temps ne permettent guère de douter que l'honneur de cette admirable invention ne lui appartienne entièrement. (Voy. *Hist. de la Société royale de Londres*, p. 247. — *Philos. transac.* n° 118-129. — *Journal de la Société royale.* — Voyez aussi *The posthumous Works of* Robert Hooke, publiées par Richard Waller, secrétaire de la Société royale ; le *Traité des hélioscopes*, et celui sur les *Lampes*, du même auteur, etc.) Hooke s'est aussi occupé du pendule à cycloïde, à peu près dans le même temps que Huyghens.

Nous avons dit que Huyghens avoit de justes droits au perfectionnement des montres de poche. En effet, on ne peut douter qu'il ne fît exécuter les premières à Paris avec un ressort spiral, et qu'il n'employât plusieurs artistes à ce travail : c'est depuis cette époque qu'on les construit ainsi. Les montres de cette espèce, présentées auparavant par Hooke, étoient construites par lui-même ; il ne les répandit pas dans le public. (Voyez les ouvrages cités ci-dessus.)

Emery, Arnold, etc. se sont aussi distingués dans cette carrière; Mudge sur-tout a été regardé comme le premier artiste de l'Angleterre : mais la gloire des Français n'est pas moins grande que celle des Anglais. Nos artistes ont travaillé sans relâche à la détermination des longitudes par l'horlogerie, par pur patriotisme, sans être excités par le puissant véhicule des récompenses nationales. Les succès de Pierre Leroy, de Ferdinand Berthoud et de Louis Berthoud, sont connus de toute l'Europe. — L'Académie des sciences, ayant proposé pour sujet de son prix de 1773, la construction d'une horloge pour les longitudes, on vit plusieurs artistes s'empresser de concourir. Un simple prix académique, dont la valeur ne pouvoit nullement indemniser des dépenses qu'occasionnent toujours de semblables travaux, produisit, chez une nation généreuse, ce qu'ailleurs on n'auroit pu obtenir sans la promesse des plus grandes récompenses. La classe vient d'avoir une nouvelle preuve de ce glorieux patriotisme, dans le prix qu'elle vient de décerner au citoyen Louis Berthoud.

Nous croyons devoir faire remarquer en passant que les excellens ouvrages publiés par Ferdinand Berthoud ont été de la plus grande utilité; si on en excepte Harrison, on peut dire qu'ils ont servi de guides à tous les autres artistes : ce sont ses ouvrages qui ont donné cette direction aux esprits. Ferdinand Berthoud a donc encore une très-grande part à la gloire qu'ils ont acquise (1).

(1) Après Huyghens et Sully, les artistes qui ont enrichi l'art de la mesure

Les horloges marines, sans le concours des méthodes astronomiques, seroient cependant insuffisantes pour satisfaire aux besoins de la navigation : c'est par la réunion de ces deux moyens que la géographie doit s'enrichir. — Pour donner les petites différences en longitude entre divers points d'une côte ; pour déterminer les longitudes relatives des lieux, en les comparant à celles déja trouvées par des séries d'observations astronomiques, les horloges marines conviennent mieux que les méthodes astronomiques : avec elles, on peut mieux figurer les détails d'une côte, déterminer, jour par jour, l'effet des courans, et parvenir à connoître ces mouvemens de l'océan, dont la théorie est encore si cachée. Mais, pour les besoins journaliers de la navigation, les

---

du temps, tant par de nouvelles découvertes que par un grand nombre d'expériences utiles, et par une plus parfaite exécution, sont John Harrison, en Angleterre ; Pierre Leroy et Ferdinand Berthoud, en France. Le premier a publié en 1767 la description de sa montre marine. Pierre Leroy donna en 1770 les principes de la construction de la sienne ; mais Ferdinand Berthoud avoit publié dès 1763 les principes et la construction de ses premières horloges marines (*Essai sur l'horlogerie*, etc.), et en 1773 il donna son excellent *Traité des horloges marines*, etc. dans lequel il traite avec beaucoup de détail tout ce qui concerne les principes, la construction et l'exécution des horloges et des montres à longitude. Depuis ces grands travaux, plusieurs bons artistes, tant à Londres, vers 1780, qu'à Paris en 1786, et à Genève en 1799, ont exécuté et exécutent des montres marines assez exactes, qui attestent à la fois l'utilité de la découverte, la certitude des principes sur lesquels ses auteurs l'ont établie, et qu'ils les ont publiés avec candeur et sans réserve. (Voyez le voyage de Fleurieu sur la frégate l'*Isis*, publié en 1773 ; celui de Verdun, Borda et Pingré, sur la frégate la *Flore*, publié en 1778 ; les deux derniers voyages du célèbre capitaine Cook ; celui du malheureux La Peyrouse, et en dernier lieu celui du capitaine Van Cowver.)

méthodes astronomiques mériteront toujours la préférence ; tout le monde en peut faire usage, et les calculs en sont simples. Il suffit d'être muni d'un bon octant, ou d'un sextant, ou mieux encore d'un cercle de réflexion, et d'avoir une montre ordinaire sur laquelle on puisse compter, au moins à une minute près, dans l'espace de six heures, ce qu'on obtient avec la plupart des montres en usage dans la société. — Il faut donc en simplifier l'usage : c'est le but que se sont proposé un grand nombre de savans ; c'est aussi celui qu'a eu en vue le citoyen Maingon.

La méthode des distances lunaires est connue depuis long-temps. Jean Werner de Nuremberg en a parlé dès 1514 ; Werner étoit le plus grand géomètre aussi bien que le plus grand astronome de son temps. Apian, Gemma Frisius, Nonius, Longomentanus, Kepler, Blundevil, Carpenter et autres, en ont successivement parlé. Vers le commencement de ce siècle, Morin, médecin et professeur de mathématiques, à Paris, proposa de nouveau cette méthode. Tous ces hommes célèbres avoient une connoissance parfaite du problème ; mais la théorie lunaire étoit encore trop imparfaite pour des recherches de ce genre, et les instrumens nautiques trop grossiers pour faire les observations qu'elles exigent.

Quoique la vraie théorie lunaire ait pris naissance en Angleterre, et qu'elle y ait fait des progrès importans par les travaux de Bradley, de Simpson, et quelques autres ; quoique cette nation ait fourni les observations qui ont servi de bases aux tables : cependant, depuis cette

époque, la théorie y a fait bien peu de progrès. L'analyse moderne y a été peu cultivée, ou peu appliquée à ce grand objet, et à cet égard les Allemands, et sur-tout les Français, ont laissé les Anglais bien loin d'eux. Clairaut, d'Alembert, Euler, Mayer, sont ceux qui se sont d'abord et principalement distingués dans cette savante carrière. Mais nous devons dire que si les trois premiers ont montré des connoissances plus profondes dans la partie mathématique de ce problème célèbre, Mayer a été beaucoup plus heureux qu'eux dans l'ordre et la disposition de ses tables; il a rendu les calculs beaucoup plus aisés et beaucoup plus prompts. — Les tables de Mayer ont été successivement améliorées par lui-même, par M. Gael Morris, puis par M. Charles Mason, sous la direction du docteur Maskelyne : ce sont ces dernières qui servent aux calculs de tous les astronomes. Il est réservé à la France de porter la théorie lunaire au plus haut degré de perfection. Nous ne tarderons pas sans doute à avoir des tables encore plus exactes; on doit les attendre des nouvelles découvertes de Laplace, et des deux prix proposés, l'un par la classe, et l'autre par le bureau des longitudes de France.

En 1750, Lacaille fit un voyage au cap de Bonne-Espérance, dans lequel il pratiqua la méthode des distances. Il donna l'estimation des erreurs dont il la jugeoit susceptible; mais cette estimation prouve que les instrumens à réflexion dont cet astronome étoit muni, étoient infiniment médiocres, pour ne pas dire mauvais. Aussi ses calculs ne sont-ils plus applicables à l'état actuel des instrumens. Cependant, quoique Lacaille n'ait pas

obtenu tout le succès que cette méthode comporte, et qu'elle ait été en quelque sorte stérile entre ses mains, l'expérience n'en a pas moins confirmé les justes espérances qu'il fondoit sur elle.

En 1755, Mayer envoya le dessin de son cercle de réflexion à l'amirauté d'Angleterre, auquel il appliqua les propriétés essentielles de l'instrument goniométrique qu'il avoit publié auparavant dans les *Actes de Gœttingen*, pour la multiplication ou répétition des angles qu'on veut mesurer. Le bureau des longitudes ordonna que l'instrument seroit exécuté par M. Bird ; et le capitaine Campbell, qui avoit donné tant de preuves de son habileté, fut désigné, avec John Bradley, pour le soumettre à l'expérience sur mer, et le comparer à l'octant de Hadley. Ces observations furent faites en 1757, 1758 et 1759, et leur résultat fut on ne peut plus satisfaisant. Cependant on conclut que l'octant ne paroissoit pas susceptible d'erreurs tant soit peu considérables de l'espèce de celles que Mayer avoit eu en vue de prévenir : puis, considérant que le rayon de cet instrument est très-limité, et qu'on ne peut l'étendre sans rendre l'instrument incommode et pesant, il fut tout-à-fait abandonné. Tels furent les motifs de ce jugement précipité, que l'autorité des hommes célèbres qui le portèrent pouvoit rendre funeste aux progrès de l'astronomie nautique, et surtout de la science des longitudes, si Borda n'avoit pas repris cette matière, et porté dans son examen la profonde maturité qu'il met à tous les objets dont il s'occupe. Il écarta le petit miroir du grand, comme l'avoit fait

auparavant M. Ewing de Philadelphie dans la construction d'un double sextant, et fut tellement heureux, qu'il produisit un instrument circulaire tout à fait nouveau; instrument précieux qui, dans peu, par la protection du Gouvernement, seroit le seul en usage dans la marine. (*Americ. trans.* vol. I.)

C'est dans cet état qu'étoient les choses lorsque les différentes sociétés savantes, et académies de l'Europe, se préparoient pour observer le passage de Vénus sur le disque du soleil, qui devoit arriver en 1761. Halley avoit prédit ce phénomène plus de quatre-vingts ans auparavant, et avoit montré l'utilité que l'astronomie devoit retirer de son observation. Le docteur Maskelyne fut choisi par la société royale de Londres pour aller observer ce passage à l'île de Sainte-Hélène; et, dans ce voyage, non seulement il pratiqua la méthode des distances avec succès, tant dans l'aller que le retour, mais encore il la propagea parmi les officiers des différens vaisseaux sur lesquels il navigua. Il les convainquit de sa facilité et de l'exactitude dont elle est susceptible, et en même temps de sa grande utilité : de sorte qu'elle se répandit presqu'aussitôt dans la marine de la compagnie anglaise des Indes orientales, où, depuis long-temps, elle fait partie des connoissances exigées de tous les officiers de ce service. A son retour, le docteur Maskelyne publia son journal (*the British mariner's guide to the discovery of the longitude at sea*), proposa la publication d'un almanach nautique à très-peu près sous la même forme que celui que Lacaille avoit proposé auparavant, avec

beaucoup d'autres objets d'une grande importance pour la navigation.

C'est vers cette époque que le bureau des longitudes d'Angleterre fit de grandes dépenses pour publier plusieurs ouvrages, ainsi que différentes méthodes de calcul; mais, malgré ces dépenses et ces généreux efforts, il restoit encore beaucop à faire; la pratique des observations faisoit peu de progrès. A la vérité, on ne pouvoit guère s'attendre que la généralité des marins prendroit promptement le goût des observations et des calculs de ce genre, ou même qu'une partie assez considérable d'entre eux, pour pouvoir surmonter l'inertie des autres, seroit dans ce cas. Il n'est pas aussi facile que le pensent souvent des esprits méditatifs, d'engager le commun des hommes à mettre en pratique ce que d'autres ont imaginé, avant d'être bien assuré du succès. Or ce n'étoit pas le cas ici; il y avoit un grand obstacle à surmonter. Tous les marins, sans exception, étoient accoutumés depuis leur enfance, à regarder le problème des longitudes, sinon comme impossible à résoudre, au moins comme n'étant pas susceptible de l'être d'une manière utile à la pratique de la navigation. Dans toutes les innovations, il y a toujours un problème moral à résoudre, dont peu de personnes s'occupent, et que les novateurs sur-tout négligent et dédaignent, quoiqu'il soit plus difficile que celui qui leur paroît occuper le premier rang, et que les destinées de celui-ci y soient le plus souvent attachées. Dans ces circonstances, heureusement qu'un autre passage de Vénus (en 1769) donna lieu à de nouveaux

efforts; et les voyages entrepris pour faire des découvertes vers le sud, sous la direction de l'immortel Cook et autres, portèrent un grand intérêt sur cette matière. Il arriva donc qu'un grand nombre de personnes prirent part à ces expéditions célèbres; et, soit par goût, soit par leur situation, ou par la force des circonstances, elles s'intéressèrent au succès de cette méthode, en la mettant eux-mêmes en pratique. Leur exemple contribua peut-être plus que toute autre chose à la répandre, et à la rendre en quelque sorte populaire.

Depuis la mort de Lacaille, la science des longitudes avoit fait bien peu de progrès en France, peu de personnes s'en occupoient, et les bons instrumens étoient encore rares. C'est aux environs de cette époque que Borda entra dans la marine: il en embrassa toutes les parties. Par son exemple et par ses travaux, il a contribué, plus que qui que ce soit, à répandre dans la marine française le goût de ces observations. Il donna naissance à l'instrument circulaire qui porte son nom, et perfectionna et simplifia les méthodes de calcul.

La partie du calcul la plus difficile pour les navigateurs étoit celle de la réduction de la distance apparente en distance vraie. Depuis bien long-temps la trigonométrie a donné des moyens pour résoudre ce problème, en donnant naissance à deux triangles rectangles, par l'abaissement d'un arc perpendiculaire; mais ce procédé ne présente plus d'avantages, et est, pour ainsi dire, abandonné. Il paroît que la méthode pour calculer directement, et au moyen des logarithmes, le troisième côté

d'un triangle sphérique dont on connoît deux côtés et l'angle qu'ils comprennent, sans abaisser d'arc perpendiculaire, mais en employant un arc subsidiaire, remonte jusqu'à Neper, le célèbre inventeur des logarithmes; découverte admirable dont cependant Archimède avoit donné l'idée dans son *Arenarius*. Ce qu'il y a de certain, c'est que cette méthode trigonométrique remonte au moins au commencement de ce siècle; elle a été donnée par William Jones, mort en 1749, vice-président de la société royale de Londres, dans son livre intitulé, *Synopsis palmariorum matheseos*, publié en 1706. Le docteur Pemberton a donné la pratique d'une méthode analogue dans les *Transactions philosophiques* pour 1756, ainsi que M. Robertson dans ses *Élémens de navigation*. Tout ce qu'on a fait depuis se réduit ou peut se réduire à des transformations plus ou moins ingénieuses de ces formules. M. Dunthorne a donné d'abord une de ces transformations, dont il simplifia la pratique, au moyen d'une table subsidiaire très-commode : Borda en a ensuite donné une autre extrêmement simple, qui est sans contredit une des plus commodes et des mieux appropriées au problème.

La formule adoptée par Dulague, habile professeur d'hydrographie, à Rouen, est une transformation du même genre (*Leç. de navig.*). Plusieurs auteurs ont aussi donné des formules pour cet objet, notamment Delambre (*Trigonométrie de Cagnoli*); et j'ai également publié une théorie générale de cette réduction où l'on trouve un très-grand nombre de formules. (Voy. *Con. des temps*, *an* 6.)

MM. Lexell, Fuss, Kraaft, membres de l'académie de Pétersbourg, et le savant Hollandais van Swinden, ont aussi publié des méthodes intéressantes. La formule de M. Kraaft mérite sur-tout d'être distinguée par sa simplicité; elle offre tous les avantages des logarithmes, quoiqu'on n'y fasse usage que des nombres naturels; mais, comme la méthode de Dunthorne, elle exige une table subsidiaire : la table proposée par M. Kraaft dérive aussi de celle de l'auteur anglais, auquel appartient sans contredit le premier mérite de toutes ces simplifications. La même formule a depuis été mise sous une autre forme par D. Josef de Mendoza y Rios, capitaine de vaisseaux de la marine d'Espagne. (*Connoissance des temps de l'an 5.*) Ce savant navigateur s'est proposé de la simplifier encore, au moyen d'une nouvelle table; mais il nous reste à savoir si, dans cette nouvelle table, les différences auront une marche assez régulière pour permettre l'emploi des parties proportionnelles, et si la nécessité de prendre très-souvent ces parties dans une table à double argument, ne diminuera pas sensiblement les avantages qu'un semblable travail paroît promettre. Le docteur Maskelyne a aussi donné une méthode fort commode pour le même objet. (Voyez les *Grandes tables de logarithmes* de Taylor.)

Cette surabondance d'excellens moyens trigonométriques pour le calcul de la réduction n'a pas empêché qu'un grand nombre de savans ne se soient occupés de méthodes d'un autre genre : nous voulons parler des méthodes où l'on calcule la différence entre les distances

apparente et vraie, qu'on nomme, pour cette raison, *méthodes différentielles*. La première méthode de ce genre a été proposée par Lacaille ; elle est la source de tout ce qu'on a fait depuis. Ce savant astronome la proposa dans les *Mémoires de l'Académie* de 1741 et 1759, et ensuite en 1760, dans son *Abrégé du traité de navigation* de Bouguer. Cette formule est une application de la théorie donnée long-temps auparavant par le célèbre Côtes, dans son excellent ouvrage intitulé, *de Harmonia mensurarum* (chap. *Estimatio errorum in mixta mathesi*, etc.) L'ouvrage de Côtes paroît être le premier de son genre, quoique, long-temps avant lui, on trouve, dans les ouvrages et les calculs des anciens astronomes, le germe de la théorie des variations des parties des triangles sphériques.

La formule de Lacaille n'est pas rigoureuse, mais elle est suffisante, lorsque la distance est de quatre-vingt-dix degrés, ou qu'elle n'en diffère pas de plus de quinze à vingt degrés en-dessus ou en-dessous. Depuis lui, plusieurs ont donné d'autres formules différentielles, dont celle de Lacaille forme la partie principale, tels que le docteur Maskelyne, MM. Lyons et Witchell; mais c'est le docteur Maskelyne qui le premier a amélioré la formule de Lacaille, en y appliquant deux corrections dont l'usage est indispensable, sur-tout lorsque la distance apparente est hors des limites que nous venons d'indiquer. Ces méthodes ont donné lieu à différens procédés de calcul, à différentes tables pour en faciliter l'usage, parmi lesquelles on doit distinguer les grandes

tables de réductions, publiées par ordre du bureau des longitudes, sous la direction du savant docteur Shepherd. L'exposé des avantages particuliers de ces méthodes nous meneroit trop loin ; nous dirons seulement que, jusqu'à ces derniers temps, les Anglais ont paru préférer les *méthodes différentielles* aux méthodes directes ; et nous ferons remarquer que, comme dans les méthodes différentielles, on ne calcule que de petites quantités, il est rarement nécessaire d'employer plus de trois décimales des logarithmes, et que c'est là leur principal avantage. Ces sortes de formules présentent aussi une grande facilité et une grande diversité de moyens pour les construire en lignes, et fournir une foule de méthodes graphiques : aussi est-ce une formule de ce genre que le citoyen Maingon a adoptée pour la construction de la carte trigonométrique qui est soumise à notre examen. Sa formule est sensiblement la même que celle du docteur Maskelyne ou de M. Lyons, et elle ne pouvoit au fond être différente, quelque forme qu'il lui donnât.

C'est encore Lacaille qui le premier a proposé une méthode graphique pour la réduction des distances. (*Mém. de l'Acad.* Ann. 1759. *Abrégé de navig.*) Son *châssis de réduction*, composé d'un cercle et d'un système d'échelles, est assurément fort ingénieux ; l'idée principale de cet instrument est peut-être une des meilleures pour cette solution. Depuis lui, on l'a un peu perfectionné en Angleterre. M. Fergusson lui a donné le nom de *rotule de parallaxes*, à cause du cercle mobile qu'il y a ajouté. On l'a gravé à Londres dans de grandes

dimensions. D. Gabriel Ciscar, capitaine de vaisseaux de la marine d'Espagne, vient aussi de perfectionner singulièrement cette méthode graphique.

Lorsque Lacaille conçut cette méthode graphique, on devoit lui en savoir gré. Dans ses voyages, il avoit été à portée de consulter les convenances, et de connoître les habitudes des navigateurs : mais, depuis lui, la science a fait de tels progrès, qu'il peut paroître en quelque sorte inutile de s'occuper des moyens de cette espèce. Les choses en demeurèrent donc là, pour les méthodes graphiques, jusqu'au commencement de 1790. A cette époque, M. Margetts, habile artiste anglais, profita d'une manière très-ingénieuse des grandes tables de réduction du docteur Shepherd dont nous venons de parler, et réduisit à une simple opération graphique le peu de calcul que leur usage exige. Il projeta ces tables sur des cartes, avec beaucoup d'exactitude et d'industrie, et en forma un recueil in-folio. L'usage de ces cartes de réduction est prompt et facile, et leur exactitude est suffisante. Quoique ce recueil soit moins volumineux que celui des tables dont il tire son origine, il l'est cependant encore beaucoup pour un usage aussi limité que celui de la réduction. Ce désavantage, joint au haut prix de ces cartes, et aux abus qui peuvent en résulter, est sans doute cause que ce moyen s'est peu répandu. L'auteur en a donné cependant une seconde édition sur une plus grande échelle.

En 1791, le même M. Margetts a publié un autre recueil de cartes pour trouver graphiquement l'heure à

la mer, et pour résoudre différens problèmes d'astronomie nautique. Ce dernier ouvrage mérite d'autant plus que nous nous y arrêtions un instant, qu'il peut s'appliquer à l'objet qui nous occupe, et qu'il est peu connu. On sait qu'il y a dans l'astronomie et la géographie descriptives trois espèces principales de projections : celle de Ptolomée, qui a ensuite pris le nom de *Gemma Frisius;* c'est la projection stéréographique. La deuxième espèce est celle de Rojas, qu'on nomme projection orthogonale ou orthographique. On a construit différens planisphères sur son principe, ensuite on s'est contenté d'y représenter le quart de la sphère ; et l'instrument qui en est résulté a pris le nom de *quartier sphérique.* Il étoit autrefois entre les mains de tous les navigateurs, et leur étoit commode pour résoudre divers problèmes d'astronomie nautique : mais ils l'ont tout-à-fait abandonné, depuis sur-tout qu'ils ont eu le bon esprit de se familiariser avec le calcul trigonométrique. Enfin, la troisième espèce de projection est celle de Lahire ; elle remédie à quelques imperfections des deux premières. Cette perspective suppose l'œil éloigné de la surface de la sphère, à une distance égale au sinus de quarante-cinq degrés d'un des grands cercles. C'est d'après elle que la plupart des géographes construisent la mappemonde et les autres planisphères.

Les cartes horaires de M. Margetts ne sont point tracées d'après les principes de ces trois projections. Leur dimension en hauteur est, à la vérité, graduée suivant la projection orthogonale ; mais, dans le sens de leur

largeur, elles ne sont assujéties à aucun point de vue, et en cela elles ont quelque rapport avec les cartes de Mercator. Le recueil est composé de soixante-sept cartes, une pour chaque latitude, depuis l'équateur jusqu'au soixante-sixième degré. Chaque carte ne s'étend que jusqu'à trente degrés de part et d'autre de l'équateur.

Ce recueil contient en outre trois autres cartes. La première est composée de différentes échelles, dont la principale est pour la correction des hauteurs de la lune, des effets de la parallaxe et de la réfraction : la disposition en est ingénieuse; elle est très-exacte et d'un usage commode. A côté de la précédente, on trouve une autre échelle qui donne les réfractions correspondantes aux différentes hauteurs apparentes, et sur une ligne parallèle sont écrites les parallaxes du soleil qui répondent à ces hauteurs apparentes. Une troisième échelle donne la dépression de l'horizon relative aux diverses élévations de l'observateur. Une autre donne le demi-diamètre du soleil, avec les temps de l'année qui leur répondent. On y trouve aussi les demi-diamètres de la lune, correspondans à ses parallaxes horizontales; et enfin une autre échelle donne les augmentations du demi-diamètre horizontal de la lune, relatives à ses différentes hauteurs.

La deuxième carte additionnelle de M. Margetts est un quartier de réduction. Il est tellement disposé qu'on peut en faire usage sans employer de fil. Quant à la dernière carte, elle appartient presqu'exclusivement au recueil pour la réduction des distances.

Il paroît que M. Margetts n'a pas pensé à employer

ses cartes horaires à la réduction des distances ; elles y seroient cependant très-propres. A la vérité, dans leur état actuel, elles sont trop peu étendues pour y être généralement appliquées. Pour que leur usage soit simple et naturel, elles exigent que les hauteurs de chaque astre n'excèdent pas 66 degrés, et que leur distance apparente soit comprise entre 60 et 120 degrés : ou bien, si la distance est d'une valeur quelconque, moindre que 156 degrés, et plus grande que 24 degrés, il faut que les hauteurs n'excèdent pas 24 degrés. Dans tous les autres cas, on ne pourroit les appliquer au problème dont il s'agit qu'au moyen de différens artifices en quelque sorte étrangers à leur nature. Mais nous observerons que ces cartes sont susceptibles d'être perfectionnées, qu'on peut les étendre, et même construire une seule carte qui tienne lieu de tout le recueil. On peut aussi changer l'espèce de la projection. Si on considère l'exactitude des résultats, la facilité des procédés et leur promptitude ; si on a égard à l'universalité des usages, et à l'avantage d'avoir sous les yeux la représentation de l'objet sur lequel on opère, on n'hésitera nullement à mettre cette méthode perfectionnée au premier rang parmi les méthodes graphiques. Elle s'appliqueroit non seulement au problème de la réduction, mais à tous ceux de l'astronomie sphérique, et à tous les cas des deux trigonométries. J'ai publié une description plus ample des cartes horaires de Margetts, avec des exemples de leur application à la réduction des distances, dans la *Connoissance des temps*, de l'an 10, p. 332.

Telles sont les méthodes graphiques qui sont venues à notre connoissance jusqu'à l'époque où le citoyen Maingon présenta sa carte trigonométrique, à Brest, à l'examen d'une commission dont Rochon de l'Institut national étoit membre. Sur son rapport, le ministre de la marine, le cit. Pléville-le-Pelley, ordonna qu'elle seroit gravée, et le mémoire qui l'accompagne imprimé aux frais du Gouvernement. La carte présentée à Brest différoit dans sa forme de celle qui est actuellement soumise à notre examen. Dans la première, il ne faisoit pas usage du quartier de réduction. Le rapport fait à Brest a été imprimé et répandu; comme il ne contient aucun détail théorique ou pratique, nous n'en parlerons pas.

Nous rappellerons ici que, le premier ventose an 6, Rochon présenta à la classe une méthode graphique pour le même objet. Cette dernière méthode, qui dérive de celle du citoyen Maingon, est d'un usage un peu plus simple; l'auteur s'y sert du quartier de réduction ordinaire. La formule qui lui sert de fondement est celle de Lacaille, avec une seule des corrections du docteur Maskelyne; elle est par cela même un peu moins exacte que celle du citoyen Maingon; mais son exactitude nous paroît suffisante pour tous les cas où l'on peut se permettre l'emploi de ces sortes de moyens : c'est un nouveau service que ce savant astronome a rendu à cette partie de l'astronomie nautique.

La carte du citoyen Maingon, pour ce qui concerne la réduction, consiste dans quatre échelles principales,

marquées E, F, G, H, destinées à donner les coefficiens correspondans de sa formule ; et dans un quartier de réduction, pour multiplier ou diviser, soit les coefficiens, soit la totalité du numérateur de la formule, par les lignes trigonométriques qu'elle indique. Ce quartier est aussi disposé de manière qu'on en peut faire usage sans fil. — Le coefficient E est la correction de hauteur de la Lune divisée par le cosinus de sa hauteur apparente ; et pour trouver ce coefficient, on se sert de l'échelle E, et d'une échelle de parties égales marquée M. — Le coefficient F est de la même forme que le premier, mais est relatif à la hauteur du second astre : en conséquence, l'échelle F est composée de deux parties ; l'une pour le soleil, et l'autre pour les étoiles. On se sert encore de l'échelle M pour trouver F : mais les parties ont alors une autre valeur. — Les coefficiens G et H sont des fonctions des corrections des hauteurs, et des sinus et cosinus de ces hauteurs. L'auteur fait entrer dans l'expression de chacun de ces coefficiens le nombre $57''$, avec un signe contraire, pour remplir quelques vues graphiques. Il y avoit d'abord fait entrer le nombre $48''$; mais ces nombres étant étrangers à la formule, nous paroissent au moins inutiles. — Pour trouver G, le citoyen Maingon fait usage de l'échelle de même nom, et d'une autre échelle P qui donne les différentes parallaxes horizontales de la Lune. — L'échelle H est, comme l'échelle F, composée de deux parties ; l'une pour le soleil, et l'autre pour les étoiles.

Nous ne croyons pas nécessaire de mettre sous les

yeux de la classe les détails de la construction de ces échelles, et de leur usage dans le problème de la réduction; ils se trouvent développés dans le mémoire du citoyen Maingon. Nous lui dirons seulement que les principes de l'auteur sont exacts, et que les résultats que peut fournir sa carte sont d'une précision suffisante pour la pratique. Nous disons les résultats qu'elle peut fournir, et non ceux qu'elle fournira nécessairement : car l'usage de cette carte exigeant du soin, de l'adresse et de l'habitude, on sent que les résultats dépendent de la réunion de ces circonstances. C'est un des inconvéniens des méthodes graphiques dont le calcul est tout-à-fait exempt.

Quoique la formule du citoyen Maingon ne soit qu'une transformation d'une formule déja connue, il n'en est pas moins vrai que la manière dont il la construit, avec ses échelles et son quartier de réduction, est ingénieuse et lui est propre. Cette formule contient des élémens apparens et vrais : nous eussions préféré qu'elle ne contînt que les élémens apparens, et nous pensons qu'elle se fût prêtée, avec la même facilité, à un système graphique analogue.

Au reste, comme nous l'avons déja dit, les formules différentielles pouvant être transformées d'un grand nombre de manières, et leur construction pouvant être variée presqu'à volonté, on en peut déduire une grande diversité de méthodes graphiques. — Si on représente par α la correction de hauteur de la Lune; par ϵ celle du second astre; par L et S les angles à la Lune et au

second astre; par Δ la distance apparente, et par x la correction de distance; la formule de Lacaille est

$$x = \alpha.\ cos.\ S - \mathcal{C}.\ cos.\ L$$

Il la construisoit facilement sur son châssis de réduction.

Veut-on plus de précision, on y joindra les deux corrections du docteur Maskelyne, et la formule sera

$$x = \alpha.\ cos.\ S - \mathcal{C}.\ cos.\ L + sin.\ ver.\ \alpha.\ cotang.\ \Delta - sin.\ ver.\ x.\ cotang.\ \Delta$$

Dans cet état, elle est sensiblement la même que celle du citoyen Maingon, quoique sous une forme différente. On pourroit encore la construire sur le châssis de réduction. — Nous ferons aussi remarquer que les cartes de M. Margetts donnant, à l'inspection, l'angle horaire, elles donneront également, à l'inspection, les angles S et L, puisque c'est le même cas de trigonométrie. — De plus, comme ses échelles donnent immédiatement α et $\mathcal{C}$, il s'ensuit qu'avec son quartier de réduction, on construira promptement et avec exactitude les quatre termes de la formule.

Le citoyen Maingon avoit déja publié un quartier de réduction pour trouver graphiquement la latitude par l'observation de deux hauteurs du Soleil prises hors du méridien, ayant mesuré l'intervalle de temps écoulé entre les deux observations. Il applique sa nouvelle carte d'une manière ingénieuse à la solution de ce problème important. — Il l'applique aussi à diverses questions de pilotage, à la détermination de l'angle horaire, de l'azi-

mut, etc. Il parvient à ces différentes applications au moyen de quelques nouvelles échelles, dont les principales sont des échelles de sinus verses, et ses constructions ont le degré de simplicité que chaque formule comporte.

Nonius avoit proposé, dès 1573, de trouver la latitude par deux hauteurs du Soleil prises hors du méridien, ayant mesuré le changement d'azimut durant l'intervalle. (*De Arte atque ratione navigandi. — De observ. regul. et instr. geom. etc.*) — En 1594, Robert Hues substitua, dans ce problème, l'intervalle de temps écoulé au changement d'azimut; il résolvoit le problème sur le globe. (*De Globis et eorum usu.*) — Depuis lui, Graham a résolu un peu plus simplement ce problème, au moyen d'un appareil ajouté au méridien du globe, et d'un compas à verge. (*Philos. Transact.* 1734.) — En 1728, Nicholas Facio-Duiller donna une solution trigonométrique du même problème, en tenant compte du chemin du vaisseau, durant l'intervalle des observations. Sa méthode, quoique longue, est remarquable par l'usage qu'il fait de la règle de fausse position, et en cela elle a du rapport avec la méthode donnée par Borda pour la solution du même problème. (*Description d'un cercle de Réflec.*)—Depuis Facio, un grand nombre d'auteurs ont traité ce problème; mais personne ne l'a fait d'une manière autant appropriée à la pratique de la navigation que Cornelis Douwes. (*Mém. de l'Acad. de Harlem.*) Ce savant examinateur des élèves de la marine hollandaise obtint à ce sujet une récompense du bureau

des longitudes. — Le docteur Pemberton a ensuite donné la théorie de cette méthode (*Philosoph. Transact.* Ann. 1760); c'est même dans son mémoire qu'on a puisé tout ce qu'on a dit depuis sur la méthode du savant hollandais. — Le travail le plus complet que nous ayons sur cet objet est compris dans un excellent mémoire de M. Mendoza (*Philosoph. Transact.* Ann. 1797). — On doit aussi distinguer le travail du docteur Maskelyne sur cette méthode, celui de M. Nivelot publié par M. de Zach, et celui de M. Brinkley (*Nautical Almanaks.* 1797, 98, 99 et 1800); voyez aussi, pour la pratique de cette méthode, le *Guide du Navigateur.*

Le citoyen Maingon mérite assurément la reconnoissance de tous ceux qui s'intéressent aux progrès de l'astronomie nautique. Cet habile navigateur est un des marins français qui ont le plus fait usage des observations de longitude. Sa vie a toujours été employée à la pratique et à l'étude de son métier. Dans les intervalles de ses voyages, il a même employé son temps à l'instruction des navigateurs, en secondant le professeur d'hydrographie du port de Brest. Nous pensons que les travaux et les services de cet officier, son zèle et son expérience, ne peuvent manquer d'être justement appréciés par le ministre éclairé et ami des sciences, qui est chargé du département de la marine.

Il se présente ici une question plus importante qu'elle ne le semble d'abord; elle nous paroît tout-à-fait digne de l'attention de la classe. — Doit-on chercher à répandre les méthodes graphiques parmi les navigateurs?

L'Académie des sciences avoit proposé pour sujet de son prix de 1790, fondé par le célèbre Raynal, de *trouver pour la réduction de la distance apparente de deux astres en distance vraie, une méthode sûre et rigoureuse qui n'exige cependant, dans la pratique, que des calculs simples et à la portée du commun des navigateurs.* — Les méthodes connues et qui sont répandues parmi les navigateurs ont, suivant nous, les caractères de rigueur et de simplicité que demandoit ce programme; mais il faut croire que l'Académie n'en jugeoit pas ainsi, et qu'elle vouloit encore quelque chose de plus simple. Nous ne pensons pas qu'elle l'ait obtenu. — Le citoyen Leguin avoit déja présenté un compas à quatre branches fort ingénieux pour faire la réduction. Cet instrument étoit une simplification heureuse d'un autre instrument imaginé par l'amiral Campbell, lequel tiroit lui-même son origine de l'idée de Graham dont nous avons parlé. On connoît les améliorations importantes que Lagrange a faites à la manière de s'en servir, et le peu d'accueil que les marins ont fait à cet instrument, quelque effort qu'on ait fait pour le répandre. — Le citoyen Richer, habile artiste de Paris, connu avantageusement par plusieurs inventions, remporta le prix proposé. Il présenta un compas tout-à-fait ingénieux et nouveau pour résoudre mécaniquement le problème de la réduction; sa construction est fondée sur une savante méthode de Lagrange pour réduire la solution des triangles sphériques à celle des triangles rectilignes. — L'instrument est d'une construction assez difficile, à cause des divisions

inégales qu'il comporte, et est d'un usage délicat, par les micromètres qu'il exige dans les cas où l'on veut avoir beaucoup de précision ; micromètres qui d'ailleurs divisent le degré en parties égales, tandis qu'il devroit être divisé en parties inégales.—De plus, l'instrument ne nous paroît pas être d'un usage aussi commode, aussi facile et aussi prompt qu'on pourroit le croire et qu'on l'avoit annoncé; il exige même beaucoup d'adresse, d'intelligence et d'habitude. — Si on supprime le micromètre, et si on n'y emploie pas le procédé d'approximation donné par Lagrange, dont nous venons de parler, l'instrument ne comporte plus la précision requise. Si on emploie cette méthode, on peut, à la vérité, obtenir une grande précision, mais l'opération devient plus longue, et l'instrument perd à cet égard une partie de ses avantages : c'est d'ailleurs introduire du calcul dans une méthode principalement destinée à suppléer à ce secours (1).

L'Institut national est spécialement destiné à la propagation des lumières. N'y auroit-il pas quelque inconvénient à introduire dans un art de cette importance des moyens qui semblent tendre à un but opposé? — Il faut sans doute des moyens pour tous les esprits ; mais nous ne pouvons dissimuler que les méthodes graphiques et instrumentales , quelque savantes et ingénieuses

(1) La théorie et les usages de cet instrument intéressant se trouvent très-bien exposés dans un *Supplément à la trigonométrie sphérique de Bezout*, publié par Callet. (Paris, chez Firmin Didot.)

qu'elles soient, ont cela de dangereux, qu'elles habituent à un travail en quelque sorte automatique des hommes qui n'y sont déja que trop disposés. Ce travail exige d'ailleurs, comme tout autre, un apprentissage, lequel ne dispose nullement à acquérir d'autres lumières. On dira peut-être qu'il en est de même du calcul trigonométrique, lorsque l'opérateur ignore la théorie de ses opérations. Mais cette comparaison n'est pas exacte; l'habitude du calcul est indispensable pour beaucoup d'autres objets nautiques : il faut toujours l'acquérir, lors même qu'on possède la théorie des méthodes; c'est un préliminaire essentiel. — L'établissement des examens a fait sortir les navigateurs de leurs habitudes routinières; ils se sont familiarisés avec le calcul, et déja on en éprouve d'heureux effets : ne seroit-ce pas s'exposer à les ramener à leur premier état, en leur proposant des moyens mécaniques, sous le spécieux et faux prétexte d'une plus grande simplicité? — Si on considère ces méthodes sous le rapport de la théorie, on verra qu'elle est plus compliquée que celle des méthodes rigoureuses qu'elles supposent nécessairement. Sous le rapport du temps et de la facilité de l'usage, on ne voit pas encore que ce qu'on peut gagner mérite quelque considération : elles ne dispensent pas entièrement du calcul; il faut encore calculer, et de plus opérer manuellement et avec adresse.

La plupart de ces réflexions n'ont sans doute pas échappé au citoyen Maingon; il est trop instruit pour ne les avoir pas faites, et trop sincère pour les dissimuler: aussi dit-il, dans son mémoire, que sa méthode ne con-

vient à la mer que pour vérifier des calculs déja faits, et leur servir de contrôle. Elle sera bonne aussi, lorsqu'on aura un grand nombre d'observations à réduire, comme dans le dépouillement des journaux des navigateurs : d'où il résulte qu'elle ne convient bien qu'entre les mains des personnes déja instruites. En réduisant à cela le travail du citoyen Maingon, il sera encore très-utile. Ces réflexions s'appliquent au compas du citoyen Richer, sans aucune modification.

Il est temps que les marins cessent de regarder les sciences mathématiques et physiques comme inutiles à la pratique de la navigation et à ses progrès. Sans le secours des sciences, la marine seroit encore dans l'enfance. — Tout esprit judicieux ne peut méconnoître les perfectionnemens que peut produire une pratique continuelle et successivement améliorée; on en voit sans cesse des exemples dans tous les arts, dans l'exercice même des métiers les plus communs. On voit cela surtout dans diverses parties de la marine, dans la construction des vaisseaux, dans l'art du gréement et de la voilure, dans la manœuvre et les évolutions, etc. Mais pour l'art sublime de conduire le vaisseau, et d'assigner à chaque instant sa position, tous les efforts de la pratique et toute sa continuité n'ont jamais rien produit, et ne pouvoient rien produire. — Ce n'est point la routine aveugle et rampante, qui a donné naissance aux divers instrumens successivement employés aux observations nautiques, qui a déterminé la figure de la terre, et en a mesuré la grandeur, qui a donné des moyens

pour construire les cartes plates et réduites, avec les préceptes pour s'en servir, ainsi que les savantes et ingénieuses méthodes pour la réduction des routes, et la solution de tous les problèmes que l'art de la marine présente. — C'est aux astronomes que les marins doivent les moyens d'observer leur latitude et longitude; sans eux, il n'en eût même jamais été question. Ils leur doivent aussi les tables des mouvemens célestes, dont ils tirent tant et de si grands avantages. — Non, il faut en convenir, il n'y a pas une seule découverte importante en ce genre qui appartienne à un navigateur, considéré comme homme de mer. Tout ce qu'il y a de grand, de beau et d'utile dans cette partie de la marine est du domaine des sciences : la simple pratique est impuissante pour atteindre jusque-là.

Tout doit donc porter les navigateurs à cultiver les sciences et à les honorer. Ils doivent aussi regarder comme un de leur plus important devoir, de les faire aimer et chérir des jeunes citoyens qui commencent cette grande carrière en servant sous leurs ordres. Chacun doit avoir le noble amour-propre de dire : Si des hommes qui n'ont jamais mis le pied sur un vaisseau, ont pu produire d'aussi grandes choses pour la marine, que ne puis-je pas faire, lorsque, comme eux, marchant avec le flambeau des sciences, j'y joindrai les secours que l'expérience ne manque jamais de donner à ceux qui savent l'interroger!

D'après tout ce que nous venons d'exposer, nous pensons que le citoyen Maingon mérite les éloges de la

classe, parce que la méthode qu'il propose est ingénieuse, et qu'elle est en même temps la plus exacte des méthodes graphiques proposées jusqu'ici. Nous pensons que cette méthode peut être souvent utile, en fournissant un moyen de contrôle et de vérification pour des calculs déja faits. Mais nous dirons en même temps que les navigateurs ne doivent pas se prévaloir de ce moyen mécanique, pour se dispenser d'apprendre les méthodes de calcul; qu'au contraire, ils doivent se les rendre de plus en plus familières, et réserver les méthodes graphiques pour vérifier leurs opérations (1).

---

(1) Ce mémoire sert de rapport sur l'ouvrage du citoyen Maingon. Borda étoit commissaire avec l'auteur du mémoire.

OBSERVATIONS

1°. *Sur les grandes chaleurs, la sécheresse et la diminution des eaux de la Seine, à Paris, pendant les mois de juillet et août* 1793, *comparées aux chaleurs observées les années précédentes, à compter de* 1753;

2°. *Sur la chaleur directe des rayons du soleil, sur les thermomètres en* 1793;

3°. *Sur la chaleur de l'eau exposée au soleil dans un bocal de verre très-mince, en* 1793.

Par le citoyen Charles MESSIER (1).

Lu le 13 juillet à l'Académie des sciences.

J'AI employé à mes observations trois thermomètres à mercure et à spirales : l'un étoit placé chez moi au premier étage, élevé de vingt pieds au-dessus du sol, et le

(1) J'avois commencé la lecture de ce mémoire dans la séance de l'Académie des sciences, le 13 juillet 1793. Il devoit faire partie du volume que cette société savante publioit chaque année. Il est devenu la propriété de l'Institut dès l'instant que j'ai été admis au nombre de ses membres. De nouvelles observations m'ont paru devoir le rendre plus intéressant.

Il sera bon de rapprocher dans ce mémoire celui que le citoyen Baumé a imprimé dans ses *Opuscules chimiques*, p. 315, sous ce titre : *Observations sur beaucoup de végétaux brûlés par les coups de soleil, sans nuages*

plus abrité de la réverbération des rayons du soleil; j'avois même couvert d'un papier sa spirale, qui étoit la partie du thermomètre qui devoit recevoir le plus d'influence. Ce thermomètre étoit divisé de la glace à l'eau bouillante en 80 degrés.

Les deux autres thermomètres avoient été construits avec soin en 1775. Ils avoient déja servi à connoître les froids des grands hivers de 1776 et de 1788 à 1789. Leurs échelles étoient divisées de la glace à l'eau bouillante en 85 degrés. J'avois placé un de ces deux thermomètres en dehors de mon observatoire, élevé de 54 pieds au-dessus du sol; je le nomme n° 1 : il répondoit au nord; un toit couvert d'ardoises, qui étoit au-dessous de l'instrument, et à peu de distance, étoit en partie frappé par le soleil, et pouvoit un peu influer sur le thermomètre par la réverbération; j'en avois cependant mis la spirale à l'abri, en la couvrant d'un papier.

Le second de ces deux derniers thermomètres, que je nomme n° 2, étoit placé dans l'intérieur de l'observatoire, destiné à mesurer la chaleur immédiate du soleil; il étoit attaché au bout d'une lunette acromatique, montée sur une machine parallactique, qui, mise à la

---

apparens, *pendant les grandes chaleurs du mois de juillet* 1793. Ces observations ont été lues à l'Académie le 20 du même mois.

Le citoyen Cassini présenta aussi, à la dernière séance de l'Académie (août 1793), un mémoire intéressant qui avoit pour titre : *Recherches sur les grandes chaleurs qui ont eu lieu à Paris depuis* 1682 *jusqu'en* 1794.

L'Institut a jugé que le public ne devoit pas en être privé plus long-temps, et lui a assigné une place dans ce volume.

déclinaison du soleil, suivoit l'astre ; de manière que le thermomètre se trouvant incliné, recevoit directement les rayons du soleil qui tomboient sur lui perpendiculairement, et marquoit sa chaleur. Ces expériences se faisoient dans l'intérieur de l'observatoire à l'abri de l'agitation de l'air, isolé, c'est-à-dire détaché de sa planche (1).

Les grandes chaleurs commencèrent à se faire sentir à Paris le premier de juillet : elles allèrent en augmentant, comme on le verra par la table première que je rapporte à la suite de ce mémoire. Le ciel fut constamment beau, clair et sans nuage pendant la durée de ces grandes chaleurs ; le vent ne quitta pas le nord ; le plus souvent il étoit calme, et le baromètre étoit resté à une très-grande hauteur. Les jours les plus chauds furent le

---

(1) Ces deux thermomètres n°s 1 et 2 sont gravés et gradués de grandeur réelle, avec le détail de leurs constructions, dans le volume de l'Académie des sciences, année 1776, à la suite d'un mémoire sur le grand hiver de cette même année.

Nota. Les mois de mai et juin 1793 furent très-mauvais, très-humides et très-couverts ; il y eut souvent de la pluie, et la température étoit très-froide. On trouvoit souvent du feu dans plusieurs maisons pendant ces deux mois. Orage le 1 et le 2 mai, avec de la grêle.

On écrivoit de Vienne en Autriche le 5 juin : « Nous éprouvons un froid » excessif depuis le 30 mai, et nous avons eu de la neige dans les montagnes ». Dans l'*Abréviateur universel* (n°s 175 et 199, 1793) on lit : « A Bockflies » en basse Autriche il a fait, il y a quelques jours, un temps si extraordi- » naire dans la saison actuelle, que des chariots chargés ont pu traverser » la glace, et que sur les terres du comte de Cobenzel on trouva dans la » même nuit, morts de froid, quatre veaux qu'on avoit oublié de renfermer » dans l'écurie ». Cet article est daté de Vienne, le 30 juin.

8 et le 16 de juillet ; le 8, vers une heure de l'après-midi, il se forma quelques nuages qui augmentèrent jusque vers les quatre heures, et s'accumulèrent davantage du côté du nord, où étoit le plus fort de la nuée : à quatre heures un quart, un tonnerre roulant se fit entendre au loin dans cette partie du ciel ; le vent commença à s'élever, et alla en augmentant pendant l'orage ; les premiers éclairs commencèrent à quatre heures cinquante-cinq minutes : le tonnerre alors se fit entendre avec plus de force, mais toujours éloigné. A cinq heures, il commença à pleuvoir avec une augmentation de vent et une pluie assez abondante jusqu'à six heures qu'elle cessa : le tonnerre continua encore quelque temps ; le ciel ensuite s'éclaircit en partie ; le soleil reparut, le vent diminua, des éclairs sans tonnerre continuèrent jusqu'à neuf heures et demie que le ciel devint clair : le vent souffloit du nord-est. La nuit du 8 au 9 fut assez belle. Entre deux et trois heures du matin, le 9, le tonnerre recommença à se faire entendre avec assez de force et des éclairs ; il ne tomba pas de pluie ; à six heures, le ciel étoit redevenu clair, l'air calme, la chaleur grande, et le vent à l'est. Cette journée du 9, qui auroit dû être rafraîchie par le grand orage de la veille, fut presqu'aussi chaude que celle du 8 juillet.

On ne tarda pas à apprendre que ce grand orage avoit dévasté et détruit les biens de la campagne. Des députés de la commune de Blincourt, dans le district de Senlis, furent envoyés à la Convention pour y demander des secours : ils y firent le tableau de l'état déplorable où

les avoit réduits cet orage, un des plus terribles dont ils se souvinssent; une grêle, grosse comme des œufs, avoit dévasté leurs moissons; un vent furieux avoit renversé plus de cent vingt maisons, et l'eau de la pluie abondante qui avoit succédé, s'étoit répandue dans les campagnes, emportant avec elle les bestiaux, les meubles, les femmes et les enfans. La Convention nationale, touchée, et sensible au récit de cet accident, accorda à cette malheureuse commune un secours de 30,000 liv. provisoirement. La Convention, dans sa séance du 8 août 1793, ordonna par un décret que six millions seroient remis au ministre de l'intérieur pour secourir les citoyens dont les propriétés avoient été ravagées par la grêle et les inondations.

Une lettre qui me fut communiquée de la commune de Mello (ou Merlou), district de Senlis, en date du 9 juillet, annonçoit les mêmes désastres de l'orage sur les biens de la campagne. L'orage commença vers les quatre heures et demie de l'après-midi, dura à peine vingt-cinq minutes, et fit de grands dégâts à Maïsel, à Blincourt, à Bongneval, à Ermis, à Neuilly-en-Tel, à Dieudonne, à Foulangue, etc.

Les eaux tombées et rassemblées dans une petite rivière nommée la Ravine, montèrent à plus de trois pieds au-dessus du pont; elles entrèrent dans une partie des maisons : celles de Dieudonne, pour la plupart, furent renversées, et le bétail noyé.

A Ermis et à Neuilly-en-Tel, beaucoup de bâtimens

furent renversés, et la grêle y détruisit sans ressource toute espèce de récolte.

A Bongneval et à Blincourt, la majeure partie des bâtimens fut renversée, beaucoup de bétail et plusieurs personnes furent entraînés par les eaux : une mère de neuf enfans eut la force et le courage de les sauver des eaux; mais à peine eut-elle sauvé le neuvième, que les forces lui manquèrent, et elle fut entraînée elle-même.

A Maïsel, la rivière de Ravine se gonfla tout-à-coup, et en si grande abondance, qu'elle renversa les premières maisons du village qui obstruèrent la rue; les eaux se détournèrent et s'ouvrirent un passage du côté des maisons du nord, qui furent toutes endommagées; plusieurs furent entièrement ruinées.

Le tonnerre tomba sur l'église de Foulangue, qui fut en partie détruite.

A Puisieux, au-dessus de Chambly, les eaux montèrent à plus de six pieds, et les habitans furent obligés de se réfugier dans le haut de leur maison pour éviter d'être submergés.

La chaleur ayant continué, par un ciel clair et un temps calme, le 10 juillet, vers une heure de l'après-midi, quelques nuages se formèrent et allèrent en augmentant; vers les quatre heures, le tonnerre se fit entendre au loin, venant du levant : à cinq heures, il s'étoit rapproché, et il tomba une grande pluie; à cinq heures trois quarts, un éclair vif fut suivi d'un grand coup de tonnerre qui amena encore une pluie très-abondante, qui cessa vers

les six heures; le ciel ensuite devint passablement beau, sans éclairs ni tonnerre; à dix heures du soir, le ciel étoit passablement étoilé. Cet orage du 10 fut considérable par de la pluie et de la grêle qui étoient tombées du côté d'Ablon, et, en remontant la rivière, du côté de Corbeil. Les biens de la campagne y furent endommagés.

Ce second orage, comme celui du 8, n'avoit point rafraîchi le temps; la chaleur étoit toujours la même, comme on le verra par le tableau de mes observations, que je rapporte à la suite de ce mémoire.

Ces grandes chaleurs continuèrent par un ciel très-clair, et par un vent calme de nord-est, jusqu'au 16 juillet. Le 16, vers une heure et demie de l'après-midi, de légers nuages se formèrent et augmentèrent : à trois heures, il tomba de la pluie en gouttes très-larges; sa durée ne fut que d'une minute ou deux : elle étoit produite par un nuage qui s'étoit formé au-dessus de Paris. Cette pluie n'y fut pas générale, et même des parties du ciel étoient claires; après cette pluie, le soleil parut. A sept heures, les nuages étoient augmentés, sur-tout à l'horizon, du côté du couchant; à huit heures, il y en avoit moins, et la lune paroissoit; à dix heures, le ciel étoit devenu clair, ensuite beaucoup d'éclairs sans tonnerre.

Le 17, il y eut peu de soleil pendant la matinée, et presque pas d'air; à deux heures de l'après-midi, le ciel devint clair et calme, sans nuages : une heure plus tard, il recommença à se couvrir, et se couvrit ensuite de plus en plus. Avant huit heures, il éclaira; les éclairs

augmentèrent, et devinrent si fréquens, que l'un n'étoit pas plutôt fini, qu'un second reparoissoit sans tonnerre et sans pluie. Vers les neuf heures, un tonnerre roulant se fit entendre au loin : l'air étoit calme; l'orage eut lieu vers le nord, depuis Saint-Denis jusqu'à Saint-Germain-en-Laye, détruisant la récolte par une grêle considérable dans cette direction.

Après ce troisième orage, la grande chaleur commença à diminuer. Le vent, qui étoit resté au nord, changea, et le ciel se couvrit plus fréquemment sans donner beaucoup de pluie.

La chaleur de tout le mois de juillet fut extrême, et continua une partie du mois d'août : celle de la journée du 7 de ce dernier mois fut très-remarquable; elle étoit générale, lourde, pesante et accablante; le ciel étoit resté très-clair. La nuit du 6 au 7, et la journée du 7 jusqu'à midi, époque où de légers nuages se formèrent, et ne furent pas de longue durée. Le vent qui étoit au nord-est devint sensible et d'une chaleur si extraordinaire, qu'il sembloit sortir d'un brasier, ou de la bouche d'un four à chaux; on recevoit cette chaleur accablante par bouffées de distance en distance; elle étoit aussi chaude à l'ombre que si l'on avoit été exposé aux rayons du soleil le plus ardent. Cet air chaud avoit lieu dans toutes les rues de Paris; ses effets étoient les mêmes en pleine campagne; cette chaleur étouffante ôtoit la respiration, incommodoit beaucoup plus que le jour où le thermomètre étoit monté à 34 degrés, et cependant cette chaleur étouffante du 7 n'avoit fait monter le thermo-

mètre, à mon observatoire, qu'à 29 degrés, et, à la campagne aux Ternes près Paris, qu'à 25 degrés un quart de Réaumur. Vers les cinq heures de l'après-midi, de forts nuages se formèrent et annoncèrent un grand orage, qui n'eut pas lieu ; il tomba seulement, vers les cinq heures un quart, une pluie dont les gouttes étoient très-larges : elle ne fut pas de longue durée ; le ciel ensuite s'éclaircit, et resta sans nuages le reste de la journée. A dix heures du soir, il étoit encore parfaitement clair.

La journée du 13 août ressembla à celle du 7 : la chaleur par bouffées étoit aussi incommode dans les rues de Paris qu'à la campagne ; le vent peu sensible, mais très-chaud : il enveloppoit et gênoit la respiration. Vers les six heures du matin, le vent étoit au nord-est ; il passa à une heure et demie au nord, et ensuite à l'ouest ; le ciel fut très-clair la nuit du 12 au 13, et toute la journée du 13, excepté vers une heure et demie qu'il parut quelques nuages de peu de durée. Le thermomètre, à mon observatoire, monta en ce moment très-haut à 32 degrés, et resta à cette grande hauteur depuis une heure et demie jusqu'à trois : à six heures du soir, il étoit encore à 26 degrés $\frac{3}{8}$.

La sécheresse étoit si grande à la fin de juillet, que les feuilles des arbres commençoient à jaunir, sur-tout celles déja des arbres isolés, les plus exposés au soleil, ainsi que celles des plantes ; la plupart de ces feuilles étoient brûlées. A la campagne, les mêmes effets avoient eu lieu sur les marronniers, les pommiers, les noyers, les cerisiers, les noisettiers, le chevre-feuille, la vigne, le

groseillier, etc. et jusque sur les fruits ; la pomme portoit sensiblement le caractère de brûlure. Le citoyen Baumé, de l'Académie, dans un mémoire qu'il lut dans une de ses séances, y rapportoit les différens effets qu'ont produits la grande chaleur et les rayons du soleil sur les arbres, les légumes et les fruits, à sa campagne aux Ternes près Paris. Il sera bon de le consulter pour le rapprocher de mes observations : ce mémoire est imprimé dans ses *Opuscules chimiques*, p. 315.

Cette grande sécheresse continua pendant le mois d'août, pendant lequel il ne tomba que peu de pluie ; les feuilles des arbres alors perdirent toute leur fraîcheur ; on les voyoit pendantes et flasques ; elles commençoient même à tomber ; on les remarquoit sensiblement dans les promenades et à la campagne. La rareté des légumes se fit sentir vivement, et ce qui en restoit étoit d'un prix exorbitant. Les terres, desséchées, endurcies et crevassées, ne pouvoient plus être remuées, ni par la charrue, ni par la bêche. Le 30 août, des terrassiers fouillans des fondations dans le jardin du Luxembourg, le long du mur des chartreux, pour établir des ateliers pour la fabrique des armes, j'y reconnus qu'à trois pieds et plus de profondeur, la terre ne présentoit encore aucune fraîcheur ; la grande sécheresse fut si forte que des ouvriers me dirent qu'ils venoient d'ouvrir un puits près de l'hôpital général, dans un lieu bien exposé au soleil, et qu'à cinq pieds de profondeur ils n'avoient trouvé que de la terre desséchée. Le 31 du même mois d'août, étant aux Ternes, qui est au-dessous de la barrière du

Roule, je fis ouvrir la terre dans le jardin du citoyen Baumé, où le soleil avoit continuellement donné pendant les grandes chaleurs; la terre de ce jardin, quoique rapportée depuis environ soixante ans sur une terre sablonneuse, ne me présenta un peu de fraîcheur qu'à la profondeur de deux pieds et demi, où étoit le sable, quoique les alentours où je fis fouiller étoient garnis de légumes, et arrosés continuellement. Je vis aussi, avant de descendre à la barrière du Roule, sur la hauteur, des ouvriers qui creusoient la terre pour des caves, et là, à cinq pieds de profondeur, l'humidité étoit encore à peine sensible. Le premier septembre, passant dans le jardin de l'Égalité (ci-devant Palais-Royal, aujourd'hui palais du Tribunat), je vis que les arbres de ce jardin étoient presqu'entièrement dépouillés de leurs feuilles; plusieurs n'en avoient plus; les grandes chaleurs les avoient brûlées : j'en comptai cent cinquante qui en étoient dépouillés entièrement; la sécheresse et la chaleur avoient fait gercer l'écorce; les branches paroissoient mortes, et la plupart de ces arbres moururent. Je remarquai encore que l'écorce de ces arbres, gercée et fendue par la chaleur, avoit pu être levée par des personnes mal intentionnées. Ce jardin étoit, de tous ceux que j'ai vus, le plus mal traité, et il devoit l'être par sa position, environné de bâtimens comme il l'est de toute part; les grandes chaleurs s'y étoient concentrées : le défaut de circulation de l'air et du vent ne pouvoit rendre ce lieu que comme une étuve très-chaude et peu tenable; aussi y rencontroit-on peu de monde pendant le fort de la grande chaleur.

Comme je termine au 18 août la table de mes observations du thermomètre sur les grandes chaleurs que nous avons éprouvées, je rapporterai encore un phénomène bien remarquable qui eut lieu le 17 août. Ce jour, le baromètre étant à 27 pouces 9 lignes et demie, le thermomètre à 19 degrés et demi, et le vent au sud-ouest, le ciel fut couvert en grande partie la nuit du 16 au 17; peu de soleil pendant la matinée du 17, un peu de pluie à midi; le ciel fut beau en grande partie l'après-midi, très-clair à dix heures du soir. Je ne rapporte ces détails de l'état de l'atmosphère que pour en venir à un ouragan terrible qui paroissoit devoir confondre tous les élémens dans cette journée du 17 août. Depuis onze heures du matin jusque près de minuit, le vent, qui étoit sud-ouest, fut, pendant tout ce temps, d'une violence des plus grandes, à Paris, à la campagne, et à une grande distance : plusieurs cheminées furent abattues, plusieurs des boutiques amovibles placées sur les ponts furent renversées; des drapeaux tricolors surmontés du bonnet de la liberté furent enlevés par le vent; celui placé sur le dôme des Invalides, pour la cérémonie du 10 août, le plus volumineux de tous, élevé de plus de trois cents pieds au-dessus du sol, fut abattu avec l'ancienne boule de trois pieds de diamètre, quoiqu'elle fût traversée d'une barre de fer très-considérable.

A la campagne, les ravages furent d'une toute autre conséquence. Les marchés à Paris se trouvèrent garnis, après cet ouragan, d'une grande quantité de fruits non encore mûrs, tombés des arbres à plein vent. Ces arbres

furent prodigieusement maltraités, et secoués avec une telle force, que leurs pieds avoient été ébranlés; on s'en apercevoit par le vide qui s'observoit au type du pied de chaque arbre.

Les grains qui étoient restés sciés et en javelles dans les champs, devinrent le jouet des vents, furent éparpillés et perdus dans la vaste étendue des plaines.

L'on écrivoit des environs de Clamecy, Tannay et autres lieux du département de la Nièvre, pays très-riche en bestiaux, qu'on étoit très-embarrassé pour les faire vivre; que la chaleur y avoit été si grande et si excessive, qu'on n'avoit pu faire le second labour, tant la terre étoit dure et serrée : les revivres ou regains furent tous desséchés et brûlés; les bestiaux n'y trouvant pas de quoi paître, plusieurs fermiers furent obligés de s'en défaire; et on ajoutoit que les mauvaises eaux que buvoient ces bestiaux, occasionnèrent des maladies (celle sur-tout du charbon), qui détruisoient des troupeaux entiers. Les mêmes maux se firent sentir d'un bout de la France à l'autre; aussi la viande se vendoit de 20 à 25 sous la livre; le litron de lentilles 20 sous, le suif d'une cherté effrayante aux approches de l'hiver. (Voyez l'*Abréviateur*, n° 239.)

On mandoit de Saint-Pierre, près Thiviers, département de la Dordogne (Périgord), que la récolte n'étoit pas abondante, qu'elle n'avoit été que moitié de celle de l'année précédente, et qu'on ne pouvoit compter sur la petite récolte du mois de septembre, n'y ayant point de légumes, peu de fruits : on écrivoit encore que la

quantité de vin pourroit à peine égaler celle de l'année précédente, et que la grande chaleur avoit grillé une grande partie du raisin; qu'il y avoit beaucoup de maladies parmi les bestiaux, dans la partie du Limousin; que la misère étoit à son comble; qu'on ne pouvoit plus labourer les terres, tant le sol étoit aride, desséché, et que d'ailleurs on manquoit de bras (*Abréviateur*, n° 256).

Une lettre de Chartres, du citoyen Horeau, me mandant quelques détails sur la grande chaleur, dit que son thermomètre, sur lequel on pouvoit compter, avoit monté, le 8 juillet, à deux heures de l'après-midi, à 30 degrés $\frac{2}{3}$, et le 16 du même mois, à la même heure, à 30 degrés et demi; que l'ouragan du 17 août s'y étoit fait sentir; que la sécheresse y avoit été la plus grande et la plus longue depuis 1788, époque où avoient commencé ses observations; que la récolte en grains y avoit été abondante; que le blé de l'année précédente, qui pesoit 93.5 livres, au lieu de 100 livres, année commune, pesoit cette année 97.75, et profitoit en pâte; que les pailles étoient courtes, ce qui occasionnoit une perte considérable pour le fourrage des bestiaux et pour les fumiers; que les fruits enfin avoient eu peu de croissance, et étoient peu succulens.

Le citoyen Rozières, correspondant de l'Académie, écrivoit de Valence, département de la Drome, le 24 juillet: Le printemps a été ici fort venteux, sans être pluvieux, et si peu chaud, que beaucoup de personnes se sont chauffées jusque vers la fin de juin. Les chaleurs

arrivèrent presque subitement au commencement de juillet, et elles devinrent excessives pendant une partie de ce mois : car un thermomètre gradué suivant la règle de Réaumur, placé à l'ombre, de la manière la plus convenable, monta le 7 à 29 degrés; le 8, à 30; le 9, à 31 $\frac{1}{2}$; le 10, à 31; le 11, à 32; le 12, à 31; le 13, à 27 $\frac{1}{2}$; le 14, à 30; le 15, à 27; le 16, à 26 $\frac{1}{2}$; le 17, à 30 $\frac{1}{4}$, et le 18, à 26. Ce qui fut remarquable, c'est qu'il n'étoit pas tombé de pluie à Valence depuis le 13 juin (à l'exception de quelques gouttes) : la terre étoit si fortement desséchée, que la plupart des végétaux périrent, et même beaucoup d'arbres et sur-tout de jeunes; les labours restèrent impraticables pour faire les semis de blé noir.

Dans une seconde lettre du citoyen Rozières, il manda qu'il avoit plu une bonne partie de la journée du 5 septembre (jour de l'éclipse du soleil), ainsi que la nuit suivante et une partie du lendemain, ce qui n'avoit pas eu lieu depuis près de deux mois et demi, c'est-à-dire d'une manière profitable pour la terre, qui étoit desséchée à un point très-extraordinaire, et qu'on profita avec empressement de cette pluie tombée le 5 et le 6, pour faire des labours que la sécheresse avoit rendus impraticables depuis très-long-temps.

Les papiers publics et la correspondance avec les savans ne nous ont transmis que peu de détails sur cette chaleur. Cette sécheresse remarquable et extraordinaire, l'état violent dans lequel étoit alors toute l'Europe, avoient paralysé toutes les sciences.

Il ne tomba à Paris, pendant le mois de juillet 1793, qu'un pouce deux lignes $\frac{1}{12}$ d'eau, et pendant le mois d'août que huit lignes $\frac{10}{12}$ seulement; ces deux mois de sécheresse occasionnèrent l'abaissement des eaux de la rivière de Seine comme en 1719 à l'échelle tracée cette année-là à la culée du pont de la Tournelle, du côté du quai Dauphin : il y avoit trente ans que les eaux n'avoient été aussi basses.

En 1723, il ne tomba que 7 pouces 8 lignes d'eau, et la rivière fut plus basse qu'en 1719. En 1731, il en tomba 10 pouces 3 lignes $\frac{1}{8}$; il en tomba peu chaque mois suivant, et les eaux de la Seine s'abaissèrent considérablement; de manière que la rivière n'étoit plus navigable. Les eaux descendirent cette année de 5 pouces 6 lignes au-dessous de celles de 1719 à la même échelle, et c'est le plus grand abaissement que l'on connoisse. L'année 1788 en approcha. Le 7 octobre, je mesurai, avec le citoyen Buache, le grand abaissement des eaux à la même échelle; nous trouvâmes que l'eau répondoit à 3 pouces 9 lignes au-dessous des eaux de 1719; cette mesure prise, nous nous rendîmes ensuite au pont royal, et nous trouvâmes que l'eau répondoit à 2 pieds 3 pouces 5 lignes de l'échelle du côté du pavillon de Flore, qui n'est prolongée qu'à trois pieds et demi. En comparant ces deux résultats, on trouve pour différence entre ces deux échelles deux pieds sept pouces 2 lignes. La rivière étoit alors peu embarrassée, et l'eau couloit assez librement; de manière qu'on peut compter sur cette différence entre les deux échelles pour les basses eaux.

Depuis soixante-un ans, c'est-à-dire depuis 1732, qu'on observe assez régulièrement la crue et l'abaissement des eaux de la Seine, jour par jour, on ne l'avoit pas encore vue aussi basse dans le mois d'août qu'elle l'a été dans celui de 1793. Ç'a toujours été dans d'autres mois que les plus grands abaissemens ont eu lieu, comme on peut le voir dans le tableau ci-après.

L'échelle du pont de la Tournelle est celle d'où l'on est parti constamment pour noter les abaissemens de la Seine; elle est de 24 pieds : les basses eaux de 1719 répondoient au premier pied de cette échelle, comme Philippe Buache le rapporte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de* 1767, p. 508, et sur un petit plan gravé par ordre du bureau de la ville, en novembre 1766, pour la crue et diminution des eaux de la Seine pendant l'année 1740. M. de Parcieux est d'un avis contraire, dans son mémoire sur les grandes inondations de la Seine à Paris; il dit que le zéro de cette échelle répond aux basses eaux de 1719. (*Mémoires de l'Académie*, 1764, p. 485.)

Remarques sur les basses eaux de 1719.

Maraldi rapporte (*Mémoires de l'Académie* 1720, p. 1), qu'il n'est tombé à l'Observatoire, en 1719, que neuf pouces quatre lignes d'eau, et que cette année avoit été fort sèche, n'y ayant pas eu la moitié de pluie des années ordinaires qui est de dix-neuf pouces; que depuis trente ans cette grande sécheresse n'avoit pas eu lieu.

Delile le cadet rapporte la même observation dans l'histoire du même volume, pag. 10, de la même manière que que nous venons de le dire.

Tableau des basses eaux de la Seine observées au-dessous de celles de 1719, *qui répondoient au zéro de l'échelle, suivant de Parcieux, et au premier pied, suivant Buache. Les deux dernières colonnes de la table représentent ces abaissemens suivant ces deux auteurs.*

Années.	MOIS DES ABAISSEMENS.	BASSES EAUX AU DESSOUS DE 1719.			
		Pouces.	Lignes.	Pouces.	Lignes.
1719	Répondoit au zéro ou premier pied de l'échelle	0	0	12	0
1731	Octobre, le 23.	5	6	17	6
1742	Septembre, les 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14.	3	0	15	0
1743	Novembre, les 11, 12, 13 et 14. .	0	6	12	6
1753	Septembre, les 28, 29 et 30, et 1 octobre	1	0	13	0
1754	Octobre, le 7, comme en 1719 . .	0	0	12	0
1761	Octobre, comme en 1719	0	0	12	0
1765	Octobre, les 28 et 29.	1	0	13	0
1766	Décembre, le 3	2	0	14	0
1778	Octobre, le 7	3	9	15	9
1793	Août et septembre, comme en 1719.	0	0	12	0

Depuis le 15 juillet 1793 jusqu'au 11 de novembre, la rivière resta comme stationnaire à un pouce au-dessus

des basses eaux de 1719. Cette durée de quatre mois et demi, étoit la saison des approvisionnemens, qui ne purent arriver par eau à Paris ; il y eut disette de bois et de charbon ; la chaleur et la sécheresse étant extrêmes, on manqua de légumes de toute espèce.

Je termine ici les détails que j'ai recueillis et les observations que j'ai faites sur les grandes chaleurs du mois de juillet, et sur une partie de celles du mois d'août ; chaleurs bien remarquables qui peuvent être notées parmi les plus grandes et les plus longues qu'on ait éprouvées à Paris, et qui se soient étendues dans les départemens de la France et dans une grande partie de l'Europe. Il est à remarquer aussi que, pendant ces grandes chaleurs, le vent étoit resté assez constamment dans la partie du nord ; que le ciel resta parfaitement beau et clair ; que le soleil, quoiqu'ardent, étoit terminé sans ondulation, et qu'aucune tache, ce qui est extraordinairement rare, n'a paru sur son disque pendant la durée de ces grandes chaleurs.

Je rapporte en table les observations que j'ai faites sur cette grande chaleur, mesurée sur différens thermomètres à mercure. La première colonne de cette table (*table I*) marque les jours du mois ; la seconde, les heures de la journée ; la troisième, les hauteurs du baromètre, placé à 48 pieds au-dessus des eaux de la rivière de Seine, lorsqu'elle a 11 pieds 6 pouces à l'échelle du pont royal ; hauteur connue par un nivellement fait par le citoyen Lalande, au mois de mars 1781. La quatrième colonne indique les degrés de chaleur observés à un

thermomètre à mercure, divisé en 80 degrés de la glace à l'eau bouillante; il étoit placé au nord, élevé de 20 pieds au-dessus du sol, attaché au mur de la rue des Mathurins : cette rue étoit arrosée deux fois le jour, et cet arrosement qui produisoit de la fraîcheur, a pu influer sur le thermomètre ; il marquoit moins que celui qui étoit placé à mon observatoire. La cinquième colonne marque les degrés de chaleur, au thermomètre que j'ai nommé n° 1 : son échelle étoit divisée en 85 degrés ; je l'avois placé à mon observatoire, et au nord, élevé de 54 pieds au-dessus du sol, et le plus abrité du soleil; je pris même la précaution de couvrir d'un papier la spirale, crainte que la réverbération d'un toit couvert d'ardoises, qui étoit au-dessous et à peu de distance, éclairé en partie par le soleil, ne réfléchît de la chaleur sur l'instrument. On remarquera dans la marche de ces deux thermomètres des différences sensibles, après qu'on aura réduit les degrés du thermomètre n° 1, dont l'échelle est de 85 à celle de 80, et ces différences dans leurs marches peuvent être attribuées, soit à ce que l'un étoit placé à 34 pieds plus haut que l'autre, soit à la réverbération des bâtimens voisins, soit enfin à l'arrosement de la rue deux fois par jour, qui pouvoit porter du rafraîchissement sur le thermomètre le moins élevé. La sixième colonne contient les vents qui ont régné à chaque observation. La septième et dernière colonne marque l'état du ciel chaque jour.

Je rapporterai ici un phénomène de la nature, digne de remarque, quoiqu'il soit postérieur au temps des

grandes chaleurs dont je viens de parler. Une lettre qui me fut adressée de Mello, district de Senlis, en date du 24 septembre 1793, me donnoit le détail de ce phénomène de la manière suivante : « Hier 23 septembre, sur les cinq heures du soir, nous éprouvâmes ici un nouvel orage qui fit un tort considérable à plusieurs particuliers ; les toits furent enlevés en partie, et les arbres à fruits cassés et détruits. Plusieurs coups de tonnerre se firent entendre, d'abord au sud-est, ensuite à l'ouest et au nord-ouest. Les nuages de ces trois parties du ciel s'amoncelèrent, et, poussés par les vents, se rencontrèrent ; leur choc produisit une fumée épaisse qui bientôt obscurcit une partie de l'horizon : le moment du choc des trois nuées fut suivi d'un violent coup de tonnerre, auquel succéda un tourbillon de vent considérable qui s'étoit élevé dans la plaine, et qui s'étoit abaissé dix minutes après dans la vallée de Cirec. Il s'y annonça comme un filet de vent impétueux ; il s'élargit ensuite dans sa course en forme de tourbillon dirigé du sud au nord-est, et ensuite de l'ouest à l'est, parcourant environ trois cent cinquante toises, d'abord sur une très-petite largeur, ensuite sur une plus grande, et vers sa fin en filet de vent : tout ce qui se trouva dans sa direction fut brisé ou renversé ; le chaume des toits s'éleva en tourbillon à la hauteur de plus de soixante pieds. Ce filet de vent destructeur commença dans une cour d'une maison, sans faire le plus léger dommage au bâtiment ; il entra ensuite par la porte ouverte de la grange, en suivant la direction du sud au nord-est,

se fit un passage d'environ cinq pieds, à travers le toit de la grange couverte de chaume, qui étoit élevée de dix pieds au-dessus du sol, traversa ensuite une cour, entra par une lucarne ouverte dans le grenier de la maison, et emporta environ six toises carrées du toit couvert de chaume, parcourut ensuite, en s'élargissant, les jardins de plusieurs particuliers, cassa et mit en pièces tous les arbres, découvrit après cela une partie d'un toit couvert de chaume, rasa le sommet du toit de la maison du vicaire, en enlevant seulement les tuiles formant le faîte angulaire du bâtiment, coupa les sommités des arbres élevés; puis, s'abaissant sur la chaussée qui mène au moulin à blé de Cirec, y abattit trois petits arbres qui étoient plantés sur une même ligne, sans en endommager d'autres qui étoient très-rapprochés: c'est là où les effets de ce filet de vent impétueux cessèrent; le ciel ensuite s'éclaircit ». Le dessin qui m'a été envoyé de ce filet de vent destructeur avoit la forme d'un fuseau gonflé par le milieu.

Observations sur la chaleur directe des rayons du soleil sur le thermomètre.

Pendant les jours des grandes chaleurs de 1793, j'exposai aux rayons du soleil le thermomètre à mercure n° 2, duquel j'ai parlé au commencement de ce mémoire, exposé sur sa planche, et ensuite ôté, et cela alternativement; je l'avois placé au bout d'une lunette montée sur une machine parallactique, laquelle machine

servoit à suivre le mouvement diurne du soleil (V. *fig. I de la planche*). Ce thermomètre ainsi exposé, soit sur sa planche, soit sans planche, pendant une demi-heure que duroit chaque observation, donnoit des degrés différens de chaleur dans ces deux positions, comme on le verra par la table n° 2. Elles alloient jusqu'à huit degrés; le thermomètre, resté sur sa planche, donnoit plus, et détaché il donnoit moins. Il y a lieu de présumer que la planche échauffée retenoit de la chaleur qui influoit sur le thermomètre; ce qui prouve qu'un thermomètre isolé doit donner des observations plus exactes. Ces observations furent faites dans l'intérieur de mon observatoire, à l'abri du vent. On trouvera dans cette table n° 2 une colonne qui contient les degrés de la température qui régnoit dans l'intérieur de l'observatoire. A chaque observation, cette température étoit marquée sur un thermomètre à esprit-de-vin, et que je nomme dans la table citée n° 3. Dans la première colonne de cette table sont les années et les jours du mois; dans la seconde, les heures de la journée; dans la troisième, la hauteur du mercure dans le baromètre; la quatrième, les degrés de chaleur que donnoit le thermomètre n° 1, qui étoit placé en dehors de l'observatoire et au nord; la cinquième, les degrés de chaleur dans l'intérieur de l'observatoire; la sixième, les degrés du thermomètre n° 2 sur l'échelle de 85 degrés, qui étoit exposé aux rayons du soleil, adapté à la machine parallactique; la septième colonne marque la différence de chaleur entre le thermomètre sur sa planche et sans planche; la huitième,

les vents qui ont régné à chaque observation; et la neuvième, l'état du ciel, avec la position du thermomètre, s'il étoit sur sa planche ou non.

J'ai rapporté à la suite de cette table de semblables observations faites en 1776 et en 1778; je les ai extraites de mes registres d'observations météorologiques qui remontent au premier janvier 1763. Ces observations, rapportées dans cette table, furent faites avec les deux mêmes thermomètres à mercure que j'ai cités ci-dessus. Le n° 1 étoit placé, à mon observatoire, en dehors et au nord, à la même place qu'en 1793. Le n° 2 étoit en dedans aux rayons du soleil, et attaché sur sa planche.

Observations sur la chaleur de l'eau exposée aux rayons du soleil dans un bocal de verre.

Je pris un bocal de verre très-mince, d'une forme carrée; je le remplis d'eau de rivière (trois pintes); j'y plongeai jusqu'au milieu du vase le thermomètre à mercure n° 2, après avoir marqué dans la matinée le degré de température de l'eau. Le bocal exposé ensuite aux rayons du soleil les jours des plus grandes chaleurs, voici les résultats que j'ai obtenus de cette expérience: le 15 juillet, vers les dix heures du matin, le thermomètre marquoit la température de l'eau 22 degrés et demi (échelle de 85 degrés). A deux heures de l'après-midi, dans l'eau, il marquoit 44 degrés; ce qui donne une différence de 21 degrés et demi. Le thermomètre n° 1, à mon observatoire au nord, à midi, marquoit

32 degrés, le baromètre 28 pouces 2 lignes, et le vent à l'est.

Le lendemain 16, à dix heures du matin, le thermomètre n° 2 marquoit la température de l'eau, 20 degrés, et dans l'eau, à midi un quart, 42 degrés : différence 22 degrés; le thermomètre de l'observatoire, 33 degrés; le baromètre, 28 pouces 1 ligne, et le vent sud-ouest.

On trouvera sur la planche qui suit ce mémoire le dessin du bocal et du thermomètre qui ont servi à ces expériences.

Le 3 août 1776, je fis une semblable observation : le ciel étoit très-beau, le soleil d'une grande chaleur et le temps calme; je pris une terrine que je remplis d'eau; j'y plongeai le thermomètre n° 2, détaché de sa planche, citée ci-dessus, il donna, pour la température de l'eau, 19 degrés et demi, exposée au soleil avec le thermomètre, à dix heures du matin; à midi, je trouvai que le thermomètre étoit monté à 33 degrés et demi, différence 14 degrés; le baromètre étoit à 28 pouces 2 lignes trois quarts; le thermomètre n° 1, à mon observatoire au nord, à 27 degrés, le vent ouest. (Voyez *Table III.*)

Sur la même planche citée ci-dessus, j'ai rapporté le dessin d'un baromètre qui a rapport aux observations sur la sublimation du mercure dans la partie vide des tubes de ces instrumens, produite par les rayons du soleil, exposé à cet astre. (Voyez les observations détaillées, *Mémoires de l'Institut national* de la première classe, t. II, p. 473.)

Observations sur les grandes chaleurs, la sécheresse et la grande diminution des eaux de la rivière de Seine à Paris, en l'an 8 (1800), *comparées à celles faites en l'an* 1^er^ (1793), *année également remarquable pour la chaleur et la diminution des eaux de la Seine, lues à la première classe de l'Institut le* 6 *vendémiaire an* 9 (28 *septembre* 1800).

Table de comparaison pour la chaleur des deux années.

ÉTÉ DE L'AN 1^er^ (1793).

1793. An premier.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.		Thermom. en 85 degrés.	Vents.
		Pouces.	Lignes.	Degrés.	
1 Juillet. .	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	1.6	22 $\frac{1}{2}$	O. S. O.
2	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	3.6	22	N. O.
3	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	4.7	22	N. O.
4	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	4.7	24 $\frac{1}{2}$	N.
5	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	5.0	24	O. N. O.
6	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	5.0	27	N. N. O.
7	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	2.6	32	N. N. E.
8	Soir, 2^h^ . .	28	1.4	33 $\frac{3}{4}$	N. N. E.
9	Soir 1^h^ $\frac{1}{2}$ . .	28	1.7	32 $\frac{3}{4}$	E.
10	Soir, 3^h^ . .	28	1.9	31 $\frac{1}{2}$	N. E.
11	Soir, 2^h^ . .	28	0.7	32	E.
12	Soir, 1^h^ . .	28	0.7	29 $\frac{1}{2}$	N. E.
13	Soir, 1^h^ . .	28	2.0	30	E.
14	Soir, 1^h^ $\frac{1}{2}$.	28	2.3	31 $\frac{1}{2}$	N. E.
15	Soir, 1^h^ $\frac{1}{2}$.	28	2.0	32	E.

1793. An premier.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.		Thermom. en 85 degrés.	Vents.
		Pouces.	Lignes.	Degrés.	
16 juillet . .	Soir, $1^h \frac{1}{2}$.	28	0.8	34	O. S. O.
17	Soir, 2^h . .	28	0.8	30 $\frac{1}{2}$	O.
19	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	1.0	22 $\frac{1}{2}$	S. O.
25	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	2.4	27	N. O.
26	Midi	28	2.4	26 $\frac{1}{2}$	N. O.
27	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	1.0	29 $\frac{1}{2}$	N. O.
30	Midi $\frac{1}{2}$ . . .	28	2.0	23 $\frac{1}{2}$	N. O.
1 août . . .	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	3.5	25	N. O.
2	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	2.1	27	E. S. E.
3	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	27	11.8	27	E. S. E.
4	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	27	11.7	24	O. S. O.
5	Midi $\frac{1}{2}$ . . .	28	2.0	24	O. S. O.
6	Midi	28	3.2	25	O.
7	Soir, 2^h . .	28	1.4	29	N. E.
8	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	1.9	25	O. S. O.
10	Midi	28	2.0	25 $\frac{1}{2}$	S. O.
12	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	28	1.9	27	N. E.
13	Soir, $1^h \frac{1}{2}$.	28	0.8	32	O.
14	Midi $\frac{1}{2}$ . . .	28	2.6	22 $\frac{1}{2}$	N. O.
15	Midi $\frac{1}{4}$ . . .	27	10.0	25 $\frac{1}{2}$	S. O.
17	Midi	27	9.5	19 $\frac{1}{2}$	S. O.

ÉTÉ DE L'AN 8 (1800).

AN 8.	1800.	HEURES du jour.	HAUTEURS du baromètre.		THERM. en 85 degrés.	VENTS.
			Pouces.	Lignes.	Degrés.	
17 messidor.	6 juillet.	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	3.0	22	S. E.
18	7	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	2.3	26 $\frac{1}{2}$	N. O.
19	8	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	4.1	25 $\frac{1}{2}$	N. O.
22	11	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	4.3	20	N. N. E.
23	12	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	3.9	22	N. O.
28	17	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	4.1	24	N. N. E.
29	18	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28	4.7	22	N. N. E.
1 therm.	20	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28	3.2	20 $\frac{1}{2}$	N. O.
2	21	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	3.9	21	N. O.
3	22	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	2.7	20	N.
6	25	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	5.7	20 $\frac{1}{2}$	N. N. E.
7	26	Midi . . .	28	4.7	22	N.
8	27	Midi . . .	28	3.6	24 $\frac{1}{2}$	N.
9	28	Midi . . .	28	3.1	25 $\frac{1}{2}$	N.
10	29	Midi . . .	28	3.0	22 $\frac{1}{2}$	N. N. O.
11	30	Midi . . .	28	3.2	26 $\frac{1}{2}$	N.
12	31	Midi . . .	28	3.7	24 $\frac{1}{2}$	N.
13	1 août . .	Midi . . .	28	3.5	25 $\frac{1}{2}$	N. N. E.
14	2	Midi . . .	28	3.4	27	E. N. E.
15	3	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	3.7	26 $\frac{1}{2}$	N.
16	4	Midi . . .	28	3.0	26 $\frac{1}{2}$	N. N. O.
17	5	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	4.8	20	N. E.
18	6	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	4.0	20	N. N. E.
19	7	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28	4.1	20	N. N. E.
21	9	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	5.5	20 $\frac{1}{2}$	N. E.
23	11	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	2.2	27	E.
24	12	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28	2.9	24	N. O.

An 8.	1800.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Therm. en 85 degrés.	Vents.
			Pouces. Lignes.	Degrés.	
25 therm.	13 août. .	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 3.0	24	N. N. E.
26	14	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 3.0	24	N.
27	15	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 3.2	28	N. N. O.
28	16	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 3.8	29	N.
29	17	Soir, 3^h . .	28 2.9	31 $\frac{1}{2}$	O.
30	18	Soir, 3^h . .	28 1.9	32	O.
1 fructid.	19	Midi . . .	28 2.4	25	S. O.
2	20	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28 0.4	24	S. S. O.
3	21	Midi $\frac{1}{4}$ . .	27 10.8	20	O.

Nota. On pourra rapprocher de ces observations, et de celles rapportées dans les tables qui suivent ce mémoire, les notes sur la chaleur et la sécheresse extraordinaires de l'été de l'an 8 (1800), que le citoyen Cotte a imprimées dans le *Journal de physique* du mois de fructidor an 8, avec des recherches sur les grandes sécheresses observées dans le climat de Paris depuis plus d'un siècle; sur les grands abaissemens des eaux de la Seine, etc.

L'on voit, par la table précédente, que les grandes chaleurs de l'été de 1793 ont été plus grandes et plus constantes que celles de l'an 8 (1800). En 1793, la plus grande chaleur fut observée le 16 juillet à une heure et demie de l'après-midi; le thermomètre monta à 34 degrés; en l'an 8, le 30 fructidor (18 août 1800), à 32.

L'on trouvera à la suite de ce mémoire une table, n° 4, détaillée des observations, jour par jour, de l'été de l'an 8.

En 1793, le baromètre resta au-dessus de 28 pouces

depuis le premier juillet jusqu'au 16 août, excepté quatre jours qu'il descendit au-dessous de 28. Sa plus grande hauteur fut observée le 5 et le 6 juillet à 28 pouces 5 lignes.

En l'an 8 (1800), le baromètre resta constamment au-dessus de 758 millimètres (28 pouces), depuis le 20 prairial jusqu'au 2 fructidor (9 juin, 20 août). La plus grande hauteur fut observée le 6 thermidor (25 juillet) de 771 millimètres (28 pouces 5 lignes 7 douzièmes), et le vent resta presque toujours dans la partie du nord.

En 1793, il tomba de la pluie en juillet les 1, 10, 16, 18, 19, 20, 27 et 31, et août le 7 et le 15. Celle du 10 juillet fut produite par un orage, et celle du 18 fut la plus abondante, avec des coups de vent de l'ouest considérables.

En l'an 8 (1800), il tomba de la pluie en prairial, les 20, 25, 26, 28 et 30. En messidor, les 2, 14, 20; en thermidor, le 27; en fructidor, les 1, 2. Grand orage vers deux heures du matin et vers quatre heures de l'après-midi, avec beaucoup de pluie; et le lendemain 3, il en tomba tout l'après-midi. (Ces jours de pluie répondent aux 9, 14, 15, 17, 19, 21 juin; 3, 9 juillet; 15, 19, 20 et 21 août.)

En 1793, du premier juillet au premier septembre, le ciel fut couvert de quelques nuages, et sans pluie, pendant vingt-six jours.

En l'an 8, depuis le 12 prairial (1er juin) jusqu'au 1er fructidor (19 août), il y eut quarante-six jours que le ciel présenta quelques nuages et sans pluie.

En 1793, du 1er juin au 1er septembre, il y eut douze jours d'un ciel parfaitement beau et pur, sans apparence de nuages.

En l'an 8, dans le même espace de temps, il y eut dix-huit jours.

En 1793, les grandes chaleurs se terminèrent par un grand ouragan, le 17 août, qui fit beaucoup de ravage; j'en ai rendu compte dans ce mémoire.

En l'an 8, les grandes chaleurs se terminèrent par de grands orages; celui de la nuit du 29 au 30 thermidor (17 au 18 août) dura une grande partie de la nuit; beaucoup d'éclairs, de tonnerre et grande pluie; le tonnerre tomba sur le grand Châtelet sans rien endommager.

La nuit du 1er au 2 fructidor (du 19 au 20 août), orage considérable, grand tonnerre, beaucoup d'éclairs et grande pluie; le tonnerre tomba dans la rue de l'Université, sur une cheminée, entra dans la chambre à coucher du citoyen Marquais, chirurgien; en perçant le devant de cheminée, alla trouver le citoyen Marquais dans son lit, et lui engourdit le bras droit. La même nuit, il tomba sur la girouette du petit clocher qui restoit encore de la démolition de l'église des Grands-Augustins, descendit le long des montans de bois qui formoient la cage de ce clocher; trois des montans éclatèrent, et le feu prit à l'un d'eux, au point que les pompiers furent appelés pour éteindre le feu. Ce qui est digne de remarque, c'est que, cinquante-trois ans auparavant, il étoit tombé sur ce même clocher, qui pour lors étoit

très-élevé, et qui fut détruit. J'en ai trouvé la note dans les observations météorologiques manuscrites, faites, rue de Tournon, par feu M. Gravet de Livry, secrétaire du roi; voici ce qu'il en rapporte :

« Le 8 juin 1747, jour de la petite fête-dieu, sur les » sept heures et quart du soir, le tonnerre est tombé sur » le clocher de l'église des Grands-Augustins, qu'il a » détruit presqu'entièrement; il est entré dans l'église, » et est sorti par une des croisées donnant sur le cloître; » la commotion du coup de tonnerre a été terrible. A » six heures du matin, le thermomètre à douze degrés, » le baromètre à 27 pouces 11 lignes et demie; le vent » nord et beau soleil. L'abbé Lebœuf parle aussi de ce » tonnerre tombé sur ce clocher, dans son *Histoire du* » *diocèse de Paris*, seconde partie du tome premier, » p. 464. »

Grand abaissement des eaux de la Seine à Paris, pendant les deux étés de 1793 *et de l'an* 8 (1800), *qu'on pourra comparer, même à différentes années, en consultant la table que j'ai rapportée dans ce mémoire.*

En l'an 8 (1800), la diminution des eaux de la rivière de Seine à Paris est bien remarquable; il n'y a pas d'exemple d'un plus grand abaissement, occasionné par la durée de la sécheresse; les eaux de la Seine, dans différens endroits, ont laissé à découvert des bancs de sable et des terres que l'on n'avoit pas encore vus dans les années précédentes : il auroit été bien important, dans

cette circonstance, de faire écurer une partie de cette rivière, qui se comble chaque année par les immondices que l'on y jette journellement, et qui, dans la suite des temps, peuvent devenir nuisibles à la navigation, si utile à l'approvisionnement des habitans de cette grande ville. L'on a vu des bras de la rivière presqu'à sec, les eaux restantes extrêmement bourbeuses; le bras du quai des Grands-Augustins se traversoit à pied; les fontaines manquoient d'eau; presque tous les puits étoient taris (1).

L'échelle de pied, ci-devant gravée à la culée du pont de la Tournelle en 1719, a été couverte et remplacée, depuis deux ans environ, par une autre échelle en mètre: il m'a été difficile de remarquer la correspondance de ces deux échelles; mais la marque du huitième pied, mal effacée, m'a servi à me reconnoître pour mesurer la grande diminution des eaux du 2 fructidor (20 août).

Le citoyen Fyot, chargé de l'étiage de la rivière, le 17 thermidor (5 août), trouva, à cette échelle du mètre, 108 millimètres au-dessous du zéro supposé de l'échelle (4 pouces). J'en trouvai 135 (5 pouces) le 23 (11 août), et le 2 fructidor (20 août), ayant pris beaucoup de précautions par un nivellement pour avoir une mesure précise de la diminution de l'eau, je trouvai 167 millimètres (6 pouces 2 lignes) au-dessous de ce zéro supposé de cette nouvelle échelle: ayant découvert la trace du huitième

(1) Le citoyen Patte, architecte, a publié différens mémoires sur la nature du sol de cette rivière et sur la diminution de ses eaux, qu'il seroit bon de consulter.

pied de l'ancienne échelle de 1719, je trouvai 176 millimètres (6 pouces 6 lignes) au-dessous de l'ancien zéro, également supposé; abaissement prodigieux qui n'avoit pas encore été observé depuis soixante-huit ans que l'on tient note, jour par jour, de la crue et de l'abaissement de la rivière, d'après l'ancienne et la nouvelle échelle placées au pont de la Tournelle. D'après les orages que j'ai cités, qui amenèrent un peu de pluie, je mesurai encore, le 12 fructidor (30 août), deux heures de l'après-midi, la hauteur des eaux; je les trouvai augmentées de 167 millimètres (6 pouces 2 lignes), c'est-à-dire qu'elle répondoit à l'endroit où l'on auroit dû mettre le zéro de l'échelle.

Remarques intéressantes sur les basses eaux de 1719, *qui ont occasionné l'échelle de* 24 *pieds, gravée à la culée du pont de la Tournelle.*

M. MARALDI rapporte (*Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1720) p. 1, qu'il n'est tombé à l'observatoire, en 1719, que 9 pouces 4 lignes d'eau, et que cette année avoit été fort sèche, n'y ayant pas eu la moitié de pluie des années ordinaires, qui est de 19 pouces; que, depuis trente ans, cette grande sécheresse n'avoit pas eu lieu. M. Delile le cadet rapporte la même observation dans l'histoire du même volume, p. 10, de la même manière que nous venons de le dire.

D'après ces observations, deux auteurs plus modernes donnent différemment l'abaissement des eaux, en 1719,

à la même échelle. M. Deparcieux, dans son mémoire sur les grandes inondations de la Seine à Paris (*Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1764, p. 485), dit que le zéro de cette échelle répond aux basses eaux de 1719. Nous avons remarqué précédemment que cette échelle n'a point de zéro : l'endroit où il auroit dû être marqué a été découvert plusieurs fois, et spécialement en l'an 8 (1800), à 6 pouces au-dessous.

M. Buache, qui a beaucoup suivi la crue et la diminution des eaux de la Seine aux différentes échelles des ponts, dit positivement (*Mém. de l'Acad. des sciences*, année 1767, p. 508), que le premier pied de cette échelle du pont de la Tournelle répondoit aux basses eaux de 1719. Il rend compte, dans une planche qui accompagne son mémoire, de la crue et de la diminution depuis 1732 jusqu'en 1766. Il y prouve encore que les basses eaux de 1719 étoient au premier pied de l'échelle, et il n'est point question de zéro. Il en est de même, d'après un petit plan gravé par ordre de la ville, en 1767. Il indique mois par mois l'étiage de la rivière en 1740, au même pont de la Tournelle, et relate de nouveau les basses eaux de 1719 au premier pied de cette échelle, et il n'est point question de zéro.

Il résulte, d'après ce que nous venons de rapporter, que, suivant Deparcieux, l'eau de la Seine, en 1719, auroit été un pied plus basse qu'on ne croit communément, parce qu'il a supposé un zéro au-dessous du premier pied qui n'existe pas. Buache, au contraire, rapporte les basses eaux de 1719 au premier pied de l'échelle. Cette

différence d'un pied entre ces deux auteurs est assez intéressante; elle mériteroit la peine d'être vérifiée sur les archives de la ville, qui a dû dresser un procès-verbal de l'établissement de cette échelle en 1719.

Si les basses eaux de 1719 répondoient, comme le rapporte Buache, au premier pied de l'échelle, elles se seroient trouvées cette année, 2 fructidor (20 août), à 501 millimètres (18 pouces 6 lignes) plus basses qu'en 1719; abaissement considérable qui n'avoit pas encore été observé.

Ici finit la lecture de mes observations à l'Institut, le 6 vendémiaire an 9.

Résultat des grandes chaleurs observées à Paris, à commencer de 1753.

Les observations qui vont suivre seront extraites de mes journaux. La grande chaleur qui eut lieu en 1753, a passé pour une des plus grandes, et l'on en conserve encore le souvenir; cette grande chaleur ne fut pas d'aussi longue durée que celle de l'été de 1793. Le citoyen Cotte, dans son *Traité de météorologie*, p. 227, porte la plus grande chaleur à 30 degrés et demi. Le citoyen Cassini, dans son mémoire présenté à l'Académie des sciences, dans ses dernières séances de 1793, ne la porte qu'à 28 et demi à l'observatoire, le 7 juillet, à midi. M. de Fouchy l'observa, au même observatoire, un étage plus haut, à 30 et demi. Au collége de France, place Cambrai, au second étage, le thermomètre à mercure monta, le

8 juillet, à trois heures de l'après-midi, à 31 degrés trois quarts; le thermomètre n'étoit pas placé aussi avantageusement qu'il auroit dû l'être; de manière qu'il peut y avoir quelques incertitudes sur ce degré de chaleur de 31 degrés trois quarts. On ne pourra se flatter, pour la même raison, d'avoir une plus grande précision dans les observations que je rapporterai, faites à ce collége, pendant les années 1757, 1763, 1765, 1772 et 1773.

Les observations des années suivantes, dont je vais parler, faites à mon observatoire, seront, je pense, plus exactes; elles ont été faites sur deux thermomètres à mercure qui ont une marche égale : ces deux thermomètres n^os 1 et 2 sont les mêmes cités ci-devant dans ce mémoire, divisés de la glace à l'eau bouillante en 85 degrés; il sera aisé de réduire les observations que je rapporterai, comme les précédentes, à l'échelle de 80, en ôtant un degré sur 17. Ils étoient placés à la fenêtre du nord, et en dehors de mon observatoire. J'ai rapporté les observations des différentes années dans la table n° 5. Les colonnes qu'elle contient, avec leurs titres, en indiquent l'usage.

J'ai promis dans ce mémoire que je m'étendrois sur les grandes chaleurs qui eurent lieu en 1778, et qui s'étendirent en France, et dans une partie de l'Europe. J'en ai recueilli les effets, d'après les journaux et d'après ma correspondance. Cette grande chaleur de 1778 fut longue, constante et sans nuage. Vers le 5 août, les arbres, par l'effet de la chaleur, se trouvèrent déja en mauvais état; les feuilles commençoient à jaunir : au commencement

de septembre, elles tombèrent, et l'on commençoit à les amasser dans les promenades publiques. Le 10 septembre, étant allé à Vincennes, les herbes des allées du bois étoient desséchées et brûlées, ainsi que celles des parterres, comme si le feu y avoit passé. Les légumes manquèrent, et la disette en devint générale. Au milieu de l'esplanade, vis-à-vis du château de Vincennes, exposée aux rayons du soleil du midi, et d'une grande partie de la journée, j'ouvris la terre de trois pieds de profondeur, à dessein d'y trouver de l'humidité, je ne retirai qu'une terre desséchée et en poussière.

A Asnière, près Paris, un jardin, ainsi que ceux du village, ne présentoit qu'une sécheresse considérable: tout y étoit grillé en fait de légumes; les fruits même avoient considérablement souffert, et plusieurs arbres étoient morts, faute d'eau, par le desséchement des racines.

Les eaux de la rivière de Seine devinrent extrêmement basses, et elles restèrent long-temps dans cet état. Le 8 septembre, au pont de la Tournelle, les eaux étoient si basses, qu'elles étoient d'un pied trois pouces neuf lignes au-dessous de la première marque de l'échelle, nommée premier pied, comme M. Buache le rapporte, pour les basses eaux de 1719. Ce grand abaissement n'avoit pas encore eu lieu depuis que l'on avoit tracé cette échelle.

L'on vit à Paris et ailleurs, à la suite de ces grandes chaleurs, une seconde floraison de quelques marroniers au jardin de l'Arsenal; ce qui fut remarqué aussi sur d'autres arbres, tels que pêchers, pruniers et pommiers.

Ce phénomène assez commun dans les pays chauds n'eut rien d'étonnant cette année, vu la continuité et l'activité de la chaleur; mais ce qui parut de plus surprenant, c'est une seconde fructification de deux ceps de vigne qui étoient appuyés au mur du corps-de-garde, quai Malaquais, en face de la rue des Saints-Pères. Cette vigne ayant fleuri, elle avoit, au 10 octobre, des grappes assez grosses; les grains étoient ramassés et pressés les uns contre les autres, en partie noirs, et on vit que la totalité ne tarderoit pas à parvenir à l'état de maturité, pour peu qu'il vînt encore quelques jours de chaleur. (*Journal de Paris*, n° 283.)

A Orléans, la chaleur et la sécheresse furent extrêmes et de longue durée : la ville n'ayant aucune fontaine, on fut obligé de faire creuser des puits, et dans certains endroits de la Beauce, on fut obligé de faire venir de l'eau de la Loire, que l'on vendoit 9 deniers la pinte.

Dans la Sologne, l'on craignoit une mortalité sur les bestiaux, faute d'eau; la grande sécheresse dessécha les légumes, fèves, poids et lentilles.

Il y eut, dans plusieurs provinces de France, des maladies de bestiaux, occasionnées par la grande sécheresse, et par la disette d'eau et d'herbages.

Cette grande chaleur, qui s'étoit fait sentir sur toute la France, s'étoit étendue dans une partie de l'Europe, comme on va le voir par les faits suivans que j'ai recueillis des journaux; je rassemble ici le résultat de tous ces faits, pour qu'on puisse les comparer ensemble d'un seul coup d'œil.

A Naples, les grandes chaleurs, et les exhalaisons qu'elles occasionnèrent avoient fait suspendre les travaux d'un chemin qu'on faisoit en Calabre. (*Journal de Bouillon.*)

A Gènes, la chaleur peu supportable et la grande sécheresse firent augmenter considérablement le prix des denrées. (*Gazette de France.*)

A Cologne, les espérances d'une belle récolte à laquelle tout paroissoit nous devoir faire prétendre, se sont évanouies par le défaut de pluie, et par une chaleur excessive et continue. Les vieillards du pays ne se rappeloient point d'en avoir vu de semblable. Les épis se trouvèrent peu chargés de grains. Les raisins se desséchèrent, et la même chaleur menaçoit la Westphalie d'une nouvelle mortalité sur les bestiaux. (*Journal politique.*)

A Civita-Vecchia, une sécheresse de près de dix mois a réduit les terres en un si déplorable état, que la plupart des fermiers abandonnèrent la moisson aux propriétaires. Le défaut de fourrage fit encore plus de mal pour l'agriculteur qui s'étoit privé forcément de ses bestiaux de labour, en les envoyant à la montagne, où l'herbe étoit moins rare; et les terres ne purent être travaillées pour l'année suivante. (*Gazette de France.*)

La province de la marche d'Ancône continua à fournir le blé pour la provision de Rome et des environs qui en manquoient; on en débarqua, jusqu'au 10 novembre 1779, 24.000 rubbys, et l'on en attendoit encore 60.000: mais tandis qu'on pourvoyoit à la disette de froment, on alloit bientôt manquer d'huile; une sécheresse extraor-

dinaire fit tomber les olives des campagnes, écrit-on de cette ville, il y a une année et demie que cette sécheresse dure ; et les malheurs dont elle nous menace pour la saison future sont d'autant plus à craindre, que les semailles ne sont pas encore sorties de terre, faute d'humidité. (*Gazette de France.*)

Ouragans et inondations en 1778.

Le 21 janvier 1778, dans la paroisse de Moidre près de Pontorçon, voisine de la mer, en Normandie, effet singulier du tonnerre sur quatre-vingt-dix-neuf pommiers, chênes et ormes, qui furent comme coupés et renversés dans un clin d'œil (tiré du *Journal de Bouillon*, où il y a des détails). A Paris, le 21 janvier, il tomba une grande pluie avec un vent violent : le 22, pluie et grand vent ; vers les sept heures du soir, il y eut des éclairs et du tonnerre. Le baromètre étoit descendu à 27 pouces 6 lignes et demie. Le 22, à 27 pouces 5 lignes et demie. Le 27 mars, à Paris, on vit une aurore boréale : commencée aussitôt la nuit, elle duroit encore à dix heures ; elle étoit rougeâtre.

Le 16 juin, on essuya aux environs de Gênes un ouragan mêlé de vent et de grêle qui fit beaucoup de dégât à la campagne, etc. (*Gazette de France.*)

Le 24 juin, à Toulouse, six heures du soir, orage considérable : dans les environs, plusieurs villages furent détruits par la grêle.

Le même jour, à Biollet, paroisse dépendante de la terre du Cher, dans la Marche, généralité de Moulins,

orage considérable, accompagné d'une grêle d'une grosseur extraordinaire, qui, dans l'espace d'une heure, ravagea les moissons, blessa les troupeaux, et détruisit plusieurs habitations et granges. (*Gazette de France.*)

Même jour 24, on essuya à Condé-sur-Noireau et à Saint-Pierre-du-Regard, en basse Normandie, un ouragan terrible qui lançoit à la fois l'eau, la grêle et la flamme : la foudre tomba en six endroits, et la grêle avec fureur pendant trois quarts d'heure ; elle hacha les grains, emporta les terres des champs et des prairies, les couvrit en quelques endroits à la hauteur de près de deux pieds. Cette grêle forma une masse de glace qui subsista pendant six jours sans se fondre, malgré la chaleur qui survint après ce phénomène attristant. Les grains qui tomboient étoient de différentes formes; l'on en voyoit de la grosseur d'un œuf, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Le 25 juin, les habitans de la paroisse de Gland, élection de Tonnerre, virent toute leur récolte détruite par l'ouragan le plus furieux : la crue subite d'un torrent ajouta à ce premier malheur la dévastation de leurs maisons, etc. (*Gazette de France.*)

Le 28 juin, on observa à Cadix, à onze heures du soir, une aurore boréale qui s'étendoit depuis le nord jusqu'au sud-ouest, avec une lumière blanchâtre, sillonnée de plusieurs nuances, d'un rouge vif, en forme de colonnes qui s'élevoient jusqu'à la hauteur de 30 degrés environ : ce phénomène dura jusqu'à minuit, et se dissipa insensiblement. (*Gazette de France.*)

Le 14 juillet, à d'Aeppelbo en Westro-Dalécarlie, un district d'un demi-mille de longueur dans ce pays fut ravagé par une grêle qui tomba à trois reprises; les grêlons de la première chute étoient plus gros qu'une balle de fusil; ceux de la seconde comme une noix, et ceux de la troisième, de la grosseur d'un œuf, avec des angles pointus qui hachèrent tout ce dont la terre étoit couverte, etc. (*Gazette de France.*)

Le 20 juillet, à Etampes, à la suite de deux ou trois jours d'une grande chaleur, où le thermomètre de Réaumur étoit monté à 29 degrés, le soleil étoit très-vif, le ciel sans nuage, et il ne paroissoit y avoir aucune disposition à la pluie; le vent, dans la matinée, tourna au sud-ouest, souffla toute la journée, avec la plus grande impétuosité, et se mêla le soir, sur les onze heures, à une pluie très-violente qui continua jusqu'au lendemain. Les *moineaux-francs*, qui sont en grande abondance dans la ville d'Etampes, s'étoient portés, comme de coutume, sur les grains qui sont dans deux petites gorges des vallées Colins et Machefort, devant le cimetière de la ville. La force du vent les contraignit de se jeter sur les arbres de la promenade, le long du jeu de paume, de là sur ceux du port; mais ne s'y trouvant pas encore à l'abri, ils se réfugièrent dans une petite aunaie d'environ un quartier, plantée, depuis sept à huit ans, vis-à-vis les arbres du port. Ils paroissoient absolument en sureté dans cette aunaie, qui étoit entourée par des arbres très-élevés : le vent cependant se fit sentir avec tant de violence, qu'ils furent jetés à terre sur une herbe d'un pied de hauteur,

très-mouillée, où ils périrent tous. On en trouva dans cet endroit une quantité incroyable, qui fut estimée à près de vingt mille. On remarqua parmi ces moineaux, vulgairement nommés *Pierrots*, quelques verdiers, mésanges, chardonnerets et quelques pinçons. Un très-petit nombre fut ramassé dans les environs de ce lieu. La singularité de ce fait se rapporte uniquement à l'espèce de lieu que ces oiseaux avoient choisi pour asile, lieu parfaitement abrité, très-couvert par les arbres, qui cependant ne purent les garantir de l'ouragan. (Extrait de la *Lettre de M. Closier*, correspondant de l'Académie, à M. Guetard.)

Le 31 juillet, vers les sept heures du soir, un ouragan subit s'éleva sur la ville de Saint-Marcellin et ses environs, dévasta les campagnes; des cheminées furent abattues, des murs renversés, des maisons inondées, des arbres arrachés. Ce violent orage s'étendit non seulement sur Saint-Marcellin, mais sur Chatte, Saint-Vincent et Vinay. Un enfant fut entraîné par le torrent, et périt, etc. (*Gazette de France.*)

Le 21 et le 22 septembre, grande aurore boréale; les gerbes en mouvement étoient rougeâtres. Elle a été vue à Paris, à Montmorenci et à Nancy. (*Gazette de France.*)

Le 25 octobre, après trois semaines de pluie, la rivière de Tour causa des dommages incroyables et inexprimables dans les campagnes de la vallée de Saint-Amerin, près de Schweigouse en haute Alsace. Elle exerça ses ravages, sur-tout le 25 octobre, sur la petite ville de Thann. La vallée de Muzevaux, dans la même province, fut encore

plus maltraitée. La petite rivière de Tordre, à une lieue de sa source, entraîna onze bâtimens, noya les bestiaux. Dans la ville de Muzevaux, quatorze maisons furent détruites. Au village de l'Aûe, les eaux entraînèrent onze maisons, avec les ponts. A Sainte-Marie-aux-Mines, Duval de Liepvre en Alsace, la crue des eaux y augmenta considérablement la nuit du 23 au 24 octobre, y fit de grands ravages; trente-trois maisons furent entraînées à Epinal. A Lunéville, des prisons furent renversées, le pont des carmes détruit; le grand pont de Saint-Diez fut emporté. A Sainte-Marie, on voyoit sur des torrens des personnes, des bestiaux et des bois de charpente qui surnageoient. A Besançon, une pluie de quatre jours entiers y fit les plus grands ravages; des torrens affreux traversoient les chemins. Les mêmes pluies faisant sortir le Rhône de son lit, il inonda les communautés du Bruchage, partie de celle des Avenières; les eaux montèrent depuis cinq jusqu'à huit pieds. Cette inondation commença le 26 octobre. Depuis le 28 jusqu'au premier novembre, l'inondation ne fit qu'augmenter. Six maisons écroulèrent à Bruchage. Les blés semés furent couverts de boue et de limon; beaucoup de réservoirs, d'écluses et de canaux furent emportés.

Le débordement de l'Isère fut encore plus funeste à la province de Tarentaise en Savoie. Dans la ville de Moutier, maisons et ponts furent entraînés. Au village d'Aymo, trente-six maisons furent emportées. Le bourg de Saint-Maurice fut ensablé, ainsi que les environs. Au village de Saint-Martin-de-Belle-Ville, trente maisons

furent détruites, et six à Molençon, paroisse de Navc. A Petit-Cœur, un moulin, un pressoir et un batoir furent emportés. Sur la route de Moutier à Conflans, les ponts d'Aigueblanche, de Saint-Paul-de-Lubine et de Deschamps furent détruits, ainsi que nombre de canaux, de digues, et des chemins furent enlevés jusqu'au roc. A Conflans, toute la plaine fut ensablée; les ponts de l'hôpital sous la ville furent entraînés. (*Journal de Bouillon*, n° 15 de décembre, p. 42.)

La nuit du 28 au 29 octobre, l'Aube et la Seine se débordèrent et inondèrent une grande partie des plaines de Saron, de Saint-Just et de Romilly en Champagne. Une seconde inondation eut lieu du 13 au 14 novembre.

Le 6 novembre, à Livourne, depuis cinq heures jusqu'à huit, il tomba une si grande pluie, qu'elle inonda presque toute la plaine. Les rues de la ville furent remplies d'eau, qui s'éleva à la hauteur d'environ une toise par l'engorgement des égoûts, qui ne purent leur donner passage. Les environs de Pise furent encore plus maltraités, etc. (*Gazette de France.*)

Le 3 décembre, à Mondonedo, vers les huit heures du matin, il s'éleva une tempête mêlée de pluie et de tonnerre. L'obscurité fut si grande, qu'on ne pouvoit distinguer les objets dans les rues. La foudre tomba sur une maison : un des effets de l'orage a été d'arrêter le cours de quelques fontaines, dont les eaux n'ont pas reparu depuis, etc. (*Gazette de France.*)

La nuit du 31 décembre au premier janvier 1789, un ouragan terrible affligea la Flandre autrichienne. Il

commença le 31 décembre, et ne finit que le lendemain premier janvier, vers les huit heures du soir, par un grand coup de *foudre* lancé du nord, et auquel ont succédé d'autres coups effroyables de *tonnerre*. L'Artois ne fut pas moins maltraité, et ce fut par-tout une nuit d'horreur : presque tous les arbres furent déracinés, les toits enlevés, les meules de blé, de fèves et de foin emportés à des distances incroyables, et perdues pour les laboureurs. Quantité de bâtimens et de moulins furent renversés; des hommes et des animaux écrasés sous les ruines; des églises détruites ou extraordinairement endommagées par la foudre. Éloigné de la mer de cinq à six lieues, on entendoit ses mugissemens : dix vaisseaux anglais furent jetés à la côte. Cette tempête sembloit embrasser tout l'univers. Vers les trois heures neuf minutes du matin, le baromètre étoit de 6 lignes au-dessous de la tempête : une raffade de la première force nous assaillit, et l'on assura que l'on avoit ressenti un mouvement d'oscillation qui dura près de deux secondes. Dans le même instant, une partie du toit d'une maison fut emportée; le pont du château enlevé avec une tourelle très-solide, et jetée dans les fossés; la nef et une partie du clocher de l'église de N. D. à Air s'écroula; l'abbaye de Ravensberghe, malgré sa solidité, fut ébranlée et menacée de tomber en ruine, etc. (Toutes les gazettes et journaux ont fait mention de ce terrible ouragan.)

Le même ouragan du 31 décembre, à Calais, s'étoit annoncé par un vent violent.

Les navires de la dune d'Angleterre brisèrent leurs

cables : de cent voiles marchandes qui étoient à l'ancre, aucune n'y put tenir. Une division de vingt-quatre voiles, vaisseaux de 74, se sentant entraîner, fit feu de chaque bord pour demander des secours; de sorte que tous ces bâtimens jetés en mer, et ne pouvant soutenir aucune espèce de voile, s'abandonnèrent à la merci des flots; plusieurs périrent, et d'autres furent jetés sur les côtes. Au point du jour, toutes les éminences de cette côte étoient couvertes de citoyens français qui déploroient leur sort. On vit sensiblement trois vaisseaux, entre dix et onze heures du matin, se laisser échouer entre le fort rouge et la jetée, etc. (*Gazette de France.*)

A Boulogne, le même ouragan eut lieu, dura plus de vingt-quatre heures; les grands coups de vent se firent sentir la nuit; les maisons de la ville furent ébranlées, au point de faire croire qu'il y avoit un tremblement de terre : les églises, les édifices publics souffrirent beaucoup; des vitrages entiers furent emportés; des cheminées renversées, des couvertures enlevées, et des arbres arrachés dans la ville et dans la campagne, etc. (*Gazette de France.*)

Le même ouragan se fit encore sentir à Amsterdam. A une heure quarante-six minutes de l'après-midi, les eaux étoient montées à 56 pouces au-dessus de la marque ordinaire, et le soir il s'étoit élevé un violent ouragan, accompagné de pluie, de grêle, d'éclairs et de tonnerre. La foudre réduisit en cendres deux moulins et plusieurs autres bâtimens; plusieurs personnes furent renversées par le tonnerre, etc. (*Gazette de France.*)

La même tempête du 31 décembre au premier janvier se fit sentir à Déal en Angleterre, y détruisit la plus grande partie des quais, abattit beaucoup d'édifices près de la mer, et causa le plus grand dommage à la ville, etc. (*Gazette de France.*)

Tremblemens de terre en 1778.

L'ANNÉE 1778 fut également remarquable par un grand nombre de tremblemens de terre; je vais citer ceux qui sont parvenus à ma connoissance.

Le 18 janvier 1778, tremblement de terre à Dhermanstadt en Transylvanie, pendant une demi-heure. Le tremblement fut très-funeste à Cronstadt, aux frontières de la Moldavie et de la Valachie. La tour de l'église de Cronstadt, où étoient les cloches, fut renversée au moment où le peuple assistoit au service; cent dix-neuf personnes furent tuées, et plusieurs autres blessées, etc. (*Gazette de France.*)

Le 19 janvier, à Livourne, le soir, tremblement de terre; le même tremblement se fit sentir à Tripoli, et dans quelques quartiers de Rome, etc. (*Gazette de France.*)

Le 18 février, au matin, tremblement de terre à Oglian-Caldo, dans le district de Lunigiana : les secousses furent suivies d'une oscillation qui dura, sans interruption, près d'une demi-heure, etc. (*Gazette de France.*)

Le 2 avril, à trois heures de l'après-midi, tremblement de terre à Manheim; les secousses étoient dirigées du nord au sud : elles furent plus sensibles et plus multipliées à la campagne, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Le 20 avril, à Palme, on sentit une légère secousse de tremblement de terre; le ciel étoit peu couvert, et il faisoit du vent, etc. (*Gazette de France.*)

Le 30 avril, tremblement de terre à Guastalla, dans le duché de Mantoue : la secousse fut assez vive pour causer beaucoup d'inquiétude, etc. (*Gazette de France.*)

Le 5 mai, à Alep, à cinq heures dix minutes du matin, dans un calme parfait, on sentit un mouvement de tremblement de terre, etc. (*Gazette de France.*)

Le 7 juin, tremblement de terre à Pau, à sept heures cinquante-trois minutes du matin, qui dura quelques secondes, et la secousse fut forte, etc. (*Gazette de France.*)

Le 16 juin, on ressentit à Smyrne un tremblement de terre qui ébranla les édifices et les maisons des particuliers. Depuis le 16 juin jusqu'au 2 juillet, on ressentit tous les jours plusieurs commotions; dans la nuit du 2 au 3, une violente secousse renversa tous les minarets, détruisit entièrement la grande mosquée, et fit écrouler un grand nombre d'édifices et de maisons qui écrasèrent sous leurs ruines une quantité considérable d'habitans. On chercha un asile dans les jardins des environs et sur les bâtimens qui étoient en rade. Le 5, le feu prit à la ville, qui se trouvoit déserte, et consuma la plus belle et la plus riche moitié de la ville, dont quarante-huit kans publics en faisoient partie, ainsi que tous les marchés et la plupart des magasins. La tranquillité qui avoit paru vouloir renaître, fut troublée de nouveau par plusieurs secousses, le 19, à six heures du soir; le 21, à dix

heures du matin; le 22, à huit heures du matin, et le 23, entre onze heures et minuit. Au milieu de ces désastres, on avoit tout à craindre de la peste. Un bâtiment vénitien, arrivé dans ce port le 19, et venant de Constantinople, où cette contagion avoit déja diminué la population de cette grande ville d'un sixième, causa ces nouvelles alarmes aux habitans de Smyrne. Ce bâtiment perdit trois hommes pendant sa traversée, et trois autres étoient attaqués de cette funeste maladie : elle s'est communiquée à une seule personne dans Smyrne, etc. (*Gaz. de France.*)

Le 7 juillet, on ressentit à Grenade, entre midi et une heure, une secousse de tremblement qui dura quelques secondes : la commotion assez forte. (*Gazette de France.*)

On mande de San-Sepolcro, le 4 août : « De très-fortes » secousses de tremblement de terre que vient d'éprou- » ver cette ville, l'ont jetée dans la plus grande cons- » ternation : deux entre autres furent si violentes pen- » dant la nuit, que les habitans abandonnèrent leurs » maisons avec effroi ». (*Gazette de France.*)

Le 12 août, à Forli en Italie, à six heures un quart du matin, on ressentit trois secousses de tremblement de terre qui causèrent du dommage à plusieurs édifices. Ce tremblement se fit encore sentir dans toute la Romagne et dans le grand duché de Toscane, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Le premier octobre, à Smyrne, à midi trois quarts, on ressentit de nouvelles secousses de tremblement de terre

qui durèrent neuf ou dix secondes, et qui, dans l'espace d'une heure, furent suivies de quatre autres un peu moins fortes. Les trois premières furent si vives, qu'elles abattirent cinq maisons, une grande quantité de murs, un bain public et deux mosquées qui, dans le dernier tremblement, avoient peu souffert. Il y a peu de maisons restantes qui ne soient plus ou moins lézardées, etc. (*Gazette de France.*)

Le 12 octobre, la même ville de Smyrne éprouva encore un nouveau tremblement de terre, qui causa des ravages inexprimables; quantité de maisons et plusieurs mosquées furent renversées, et ce qui restoit encore des murs de cette ville infortunée s'écroula, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Les 24 et 30 octobre, les 1, 3, 4, 5, 7 et 16 novembre, dans la même ville de Smyrne, on ressentit encore de grandes secousses de tremblement de terre. Celles du 5 et du 16 furent si violentes, qu'elles causèrent une consternation générale et si alarmante, que l'on n'osa rester dans sa maison, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Le 7 novembre, à huit heures et demie du soir, on ressentit à Alicante un mouvement assez vif de tremblement de terre, etc. (*Gazette de France.*)

Le 8 novembre, à Warasdin, à dix heures du soir, on ressentit une secousse de tremblement de terre qui fut suivie de plusieurs autres, moins fortes vers onze heures et minuit, etc. (*Journal de Bouillon.*)

La nuit du 12 novembre et des deux jours suivans, on ressentit à Grenade vingt-quatre secousses de trem-

blement de terre; quelques édifices publics, le palais de la chancellerie et plusieurs maisons de particuliers furent légèrement ébranlés, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Le 16 novembre, à Trieste, on ressentit une violente secousse de tremblement de terre, et, le même jour, il tomba une pluie des plus abondantes, accompagnée de tonnerre et d'éclairs, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Le 18 novembre, dans la même ville de Trieste, à onze heures du matin, on ressentit encore une légère secousse de tremblement. (*Gazette de France.*)

Les 10, 19 et 23 décembre, à Katschan en Hongrie, on ressentit plusieurs secousses de tremblement de terre. (*Journal de Bouillon.*)

Le 19 décembre, tremblemens de terre qui s'étoient étendus à Homenau, à Wranow, à Tavarna, et au sud jusqu'à Tokay en Hongrie. On en comptoit déja douze arrivés dans différens jours, etc. (*Journal de Bouillon.*)

Le 31 décembre, à la Conception en Passais, près de Domfront, à onze heures et demie du soir, on ressentit une vive secousse de tremblement de terre, suivie d'un violent coup de tonnerre qui tomba sur l'église de la paroisse, y causa beaucoup de mal, etc. (*Gazette de France.*)

Je ne me suis étendu sur l'année 1778, que parce qu'elle a produit un grand nombre de phénomènes, et que sa chaleur, sa durée et sa sécheresse a été à peu près la même que celle de 1793, si même elle ne l'a pas surpassée pour la durée, non seulement en France, mais aussi dans une partie de l'Europe. Cette année 1778,

comme on vient de le voir, a été très-remarquable par la multiplicité des phénomènes, tels qu'*inondations*, *orages*, *ouragans* et *tremblemens de terre*, que les papiers publics nous avoient transmis dans un temps où la communication des nouvelles et des sciences étoit libre avec toute l'Europe, et même avec le monde entier. Il n'en étoit pas de même à beaucoup près en 1793; toute correspondance étoit interrompue, négligée en France, et, à bien plus forte raison, avec l'Europe. La révolution et la guerre entre les puissances étrangères en étoient la seule et unique cause, et c'est pourquoi j'ai rapporté peu de faits sur l'année 1793. On peut croire qu'elle ne s'est pas passée sans quelques phénomènes du même ordre.

Pour compléter la recherche de ces phénomènes, je rapporterai ici un résumé de la journée du 13 juillet 1788, journée mémorable qui restera long-temps dans la mémoire des hommes, à cause du fléau destructeur dont il a été l'époque, et qui a causé, dans une grande partie de la France, un désastre affreux sur les biens de la campagne, sur les animaux, sur les maisons et jusque sur les hommes. Un orage terrible, mêlé de pluie et de grêle d'une énorme grosseur (il se trouva des grêlons qui pesoient plus de cinq quarterons), hâcha et détruisit tout. Ce fameux orage s'étoit déja fait sentir hors de France; il s'étoit déclaré la veille, le samedi 12, en Angleterre. L'article de Londres (*Gazette de France*), s'explique ainsi : « On a éprouvé ici et dans plusieurs » endroits un orage terrible, accompagné de tonnerre,

» d'éclairs et de grêle ; les désastres qu'il a causés sont » très-considérables. L'église de Clare a été fort en- » dommagée, et plus de vingt chevaux ou vaches ont » été tués ; plusieurs arbres ont été arrachés, et d'autres » rompus dans le parc de Gréenwich ; quelques panneaux » de vitres de l'observatoire et un très-beau télescope ont » été fondus. Le tonnerre frappa un enfant qui étoit à » une fenêtre : et les nouvelles des divers endroits an- » noncent quantité de dommages ; plusieurs personnes » ont perdu la vie, et quantité de meules de foin ont été » embrasées. »

La matinée du 12 juillet 1788, à Paris, fut assez belle ; vers onze heures du matin, le ciel se couvrit en grande partie, et les nuages annonçoient de l'orage ; le vent étoit au sud-est, l'air calme ; une grande chaleur régnoit ; elle étoit étouffante et accablante : le ciel redevint assez beau l'après-midi, avec du soleil. A dix heures du soir, il se couvrit de nouveau en grande partie, se découvrit ensuite, et la nuit du 12 au 13 fut assez belle, à l'exception de quelques nuages. Pendant la matinée du 13, le ciel se couvrit de plus en plus. Vers les huit heures, un vent violent s'éleva, les nuages s'accumulèrent, et amenèrent une grande obscurité. Vers les neuf heures, l'orage se déclara : le vent étoit au sud-ouest ; un tonnerre roulant se fit entendre avec force ; et pendant huit minutes environ il ne mit presque pas d'intervalle entre les coups. La chaleur, avant l'orage, étoit très-incommode, très-étouffante sur-tout dans les rues ; elle enveloppoit, et sembloit sortir d'un brasier. La nuée se déclara par une

forte grêle qui ne fut pas générale dans Paris; il n'en tomba que des grains fort ordinaires, noyés dans une averse abondante de pluie qui dura depuis huit heures et demie jusqu'à neuf heures et demie, seulement au centre et au midi de Paris; mais au faubourg Saint-Antoine la grêle fut forte, cassa des vitres et détruisit les légumes. Cet orage fut terrible par ses effets dans différentes provinces de France, où, en moins d'un quart d'heure, il ôta tout espoir de récolte. Tous les pays affectés de cet orage n'offroient plus que le spectacle de pays totalement ruinés et détruits : moissons, luzernes, fruits, légumes, arbres, furent détruits par la grêle. Tout fut enterré, haché, abîmé, déraciné; les toits découverts, les vitres brisées, les vaches et les moutons tués ou blessés; le gibier, la volaille périrent. Plusieurs habitans, hommes et femmes reçurent de dangereuses contusions. Le comte de Merci, ambassadeur de l'Empire, eut sept cents carreaux de vitres cassés à son château de sa terre de Chenevière, à quatre lieues de Versailles. Cet orage se passa sous les yeux du Roi et de *Monsieur* qui étoient à Rambouillet. Sa majesté connoissant toute la perte que faisoient les Français dans les différentes provinces par où l'orage destructeur avoit passé, fit rendre un arrêt en son conseil d'état, daté du 26 juillet, pour une création d'une loterie de douze millions en faveur des provinces dévastées et ravagées par cette grêle. Cet orage, avant d'arriver à Paris, avoit ruiné le Poitou, la Touraine, la Beauce, le pays Chartrain, avoit continué sa route à travers l'Isle de France, la Picardie et la Flandre.

Je ne m'étendrai pas davantage sur ces détails aussi surprenans qu'effrayans, des redoutables effets de cette grêle, dont la mémoire se perpétuera long-temps dans les provinces qu'elle a dévastées, ruinées et ravagées. L'Académie des sciences a nommé des commissaires (MM. Leroy, Tessier et Buache), et les a chargés de lui en rendre compte; ils ne manqueront pas sans doute de rassembler tous les faits, les détails et les circonstances de cette malheureuse et mémorable journée du 13 juillet 1788. Ils doivent accompagner leur rapport d'une carte géographique qui indiquera les provinces qui auront été les plus ou moins maltraitées (1). Le lendemain de cette journée désastreuse, et, les huit jours qui suivirent, le ciel fut fort beau, avec une chaleur supportable. Le 13 juillet, le baromètre, à sept heures du matin, étoit à la hauteur de 27 pouces 11 lignes un quart; à midi, à 28 pouces, et à dix heures du soir, à 28 pouces 1 ligne et demie. Le thermomètre monta à 22 degrés. Le vent fut nord-est et sud-est.

Chaleur bien extraordinaire en 1705.

Je rapprocherai de tout ceci ce qui a été dit de l'année 1705, qui fut remarquable à Montpellier pour la chaleur. Le mémoire qui en fait mention est de M. Bon; il est

(1) Voyez les détails imprimés par Tessier, *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1789, p. 628, et le rapport des commissaires, dans le volume de l'Académie des sciences, année 1790, p. 263, qui n'a été publié qu'au mois de septembre 1797, quatre ans après la composition de ce mémoire.

inséré dans les *Mémoires de Montpellier*, t. I, p. 85, et de l'*Histoire*, p. 42. Les effets qu'a produits cette grande chaleur paroissent étonnans et incroyables : j'en rapporte ici un extrait. Le thermomètre dont on s'est servi, dit l'auteur du mémoire, étoit à l'esprit-de-vin, construit d'après les principes d'Amontons ; il étoit placé à l'air libre, exposé au nord, dans un lieu inaccessible au soleil, et même à l'abri des grandes réflexions des rayons de cet astre. Montpellier étant plus méridional que Paris de 5 degrés 13 minutes 45 secondes, l'auteur dit : « On doit s'attendre à trouver des différences très-» marquées entre les températures respectives de ces deux » villes ». Je rapporte, dans la table VI, qui est à la suite de ce mémoire, les observations faites à Montpellier, au thermomètre d'Amontons, depuis le 17 juillet jusqu'au 30 août 1705. Dans les colonnes qui suivent celles des degrés du thermomètre d'Amontons, j'ai rapporté ces degrés à l'échelle de 80 degrés de la glace à l'eau bouillante, d'après la table de comparaison que le P. Cotte a insérée dans son *Traité de météorologie*, p. 141. On voit, par la table VI que je rapporte, que le 30 juillet fut le jour le plus chaud à Montpellier. Le thermomètre d'Amontons s'éleva, à trois heures après midi (qui est le temps des observations de M. Bon), par un temps serein et un vent de sud-ouest, à 58 degrés 4 lignes et demie, qui répondent à 27 degrés et demi de l'échelle de Réaumur. Comme ce degré de chaleur n'est pas considérable, et qu'on l'a assez communément à Paris, on va être étonné des effets que cette chaleur de 27 degrés

et demi a produits, et que M. Bon rapporte dans son mémoire. Cette chaleur extraordinaire, dit-il, causa en plusieurs endroits des environs de Montpellier la perte de la récolte du vin, plusieurs vignes ayant été brûlées en un seul jour, ainsi qu'un très-grand nombre d'arbres fruitiers. M. Bon s'étant avisé d'exposer un autre thermomètre de même construction aux rayons directs du soleil, en le suspendant à un arbre de son jardin, il vit avec surprise la liqueur s'élever dans 38 minutes à 73 degrés, où M. Amontons marquoit la chaleur de l'eau bouillante, et la liqueur resta plus d'une demi-heure à ce degré : ce même thermomètre, vers les sept heures du soir, étoit redescendu à 57 degrés 10 lignes. (Feu M. Maraldi a rapporté cette observation dans nos *Mémoires*, année 1706, p. 13.) Le lendemain, M. Bon répéta cette observation extraordinaire, et trouva 71 degrés 10 lignes. Le thermomètre, à l'ombre, marquoit 58 degrés 0 ligne et demie.

Cette observation de M. Bon paroîtra sans doute à tous les physiciens bien surprenante et extraordinaire ; on peut croire que son thermomètre étoit défectueux : cette expérience a été répétée un grand nombre de fois depuis 1705, avec d'excellens thermomètres et par des chaleurs aussi grandes, même plus grandes, et néanmoins le thermomètre n'a presque jamais passé 50 degrés. Les observations que j'ai faites en 1776, 1778 et 1793, par de très-grandes chaleurs, le prouvent, en consultant la table II que je rapporte à la suite de ce mémoire.

Cette grande chaleur observée à Montpellier en 1705,

me détermine à rapporter encore ici l'extrait d'un mémoire de feu M. Tillet, imprimé dans nos volumes, année 1764, pag. 186, sur les degrés extraordinaires de chaleur auxquels les hommes et les animaux sont capables de résister.

Des expériences à ce sujet ont été faites en Angoumois, de concert avec M. Duhamel, sur des grains qui étoient dévorés par des insectes. Pour les détruire, on ne trouva pas d'autres moyens que de mettre les grains au four à une chaleur suffisante. Cette expérience fut faite à la Rochefoucauld, où il n'existoit qu'un four banal. Dans le moment de l'expérience, où un thermomètre à l'esprit-de-vin étoit placé dans le four pour connoître sa chaleur, une fille attachée au service de ce four s'offrit d'y entrer, et de marquer la hauteur précise de la liqueur, lorsqu'on le lui diroit. M. Tillet eut des craintes de l'exposer à une chaleur aussi forte; cette fille en sourit, et entra dans le four, munie d'un crayon pour marquer la hauteur de la liqueur. Après que cette fille y fut restée quelques minutes, on retira le thermomètre qui étoit monté à plus de 100 degrés. Cette grande chaleur fit craindre pour la fille : on l'engagea à sortir; mais elle voulut y rester encore, disant qu'elle étoit accoutumée à y rester plus longtemps. Le thermomètre remis en expérience pendant dix minutes ou environ que la fille resta dans le four, elle marqua de nouveau le point où la liqueur étoit montée dans le tube, qui fut de 130 degrés. La fille sortie du four, avoit le visage fort rouge, et sa respiration n'avoit rien de bien précipité.

MM. Tillet et Duhamel, de retour à Paris, écrivirent à M. Marantin, commissaire des guerres à la Rochefoucauld, en le priant de faire de nouveau cette expérience. Il avoit été témoin de celles dont je viens de rendre compte, et le même thermomètre étoit entre ses mains. Lorsqu'il fit l'expérience, à des jours différens, la fille de la première expérience étoit malade, et il eut recours à une des trois qui étoient attachées au service du four. L'objet de la fonction pénible de ces filles est d'entrer dans le four pour ranger le gros bois destiné à le chauffer de nouveau.

Le résultat de ces dernières expériences le conduisit à assurer de la façon la plus positive que ces filles pouvoient rester dans le four, sans en être incommodées, 14 ou 15 minutes, lorsque le thermomètre marque 115 ou 120 degrés; dix minutes, quand la chaleur y est de 130 degrés, et cinq minutes seulement, lorqu'elle va jusqu'à 140. Une remarque importante, c'est qu'au moment même où cette fille entroit dans le four, il contenoit des pommes et de la viande de boucherie qui y cuisoient. Pendant que la fille étoit dans le four, on le tint ouvert; sortie, on le ferma pour achever la cuisson.

Le mémoire de Tillet contient encore d'autres expériences faites sur des animaux, qu'il est inutile de rapporter ici.

Le thermomètre à l'esprit-de-vin, qui avoit servi, à la Rochefoucauld, à des expériences aussi extraordinaires, y étoit resté; il auroit dû être rapporté à Paris pour être vérifié et examiné avec le plus grand soin. M. Tillet se

contente de dire dans son mémoire : « J'avois heureuse-
» ment, à Paris, un thermomètre absolument pareil que
» je rapprochai d'un autre thermomètre fait avec le mer-
» cure; les deux, comparés ensemble, devoient faire con-
» noître leur marche, exposés à une très-grande chaleur.
» L'expérience fut faite à l'eau bouillante, ensuite dans
» un bain de sable, dans de l'huile d'olive chauffée et
» dans un four : ces deux thermomètres ne marchèrent
» pas ensemble ; dans la première expérience, celui à
» l'esprit-de-vin monta 32 degrés plus haut que le ther-
» momètre à mercure ; dans la seconde, de même 32
» degrés ; dans la troisième, à 50, et dans la quatrième
» expérience dans le four, seulement à 14. Dès la pre-
» mière expérience, M. Tillet s'aperçut que ces diffé-
» rences étoient occasionnées par une bulle de vapeur de
» deux lignes ou environ de diamètre, qui s'étoit formée
» dans la boule du thermomètre à esprit-de-vin, et qui
» avoit fait monter tout-à-coup la liqueur au-delà du
» terme de l'eau bouillante. »

Le thermomètre qui a servi à ces expériences étoit à l'esprit-de-vin ; il ne peut supporter le degré de chaleur de l'eau bouillante, à moins qu'il ne soit complétement purgé d'air : or les deux thermomètres sont semblables, dit Tillet ; si l'un s'est dérangé par une bulle d'air qui s'est manifestée (il n'étoit pas purgé d'air), l'autre a pu se déranger de même, sans que la fille s'en soit aperçue dans l'intérieur du four. Il eût été à desirer que ces expériences eussent été faites avec des thermomètres à mercure, ou au moins que celle faite à Paris eût été répétée

avec le même thermomètre à esprit-de-vin qui avoit servi à la Rochefoucauld; on auroit reconnu la bonté ou la défectuosité des instrumens, et on seroit certain que le corps humain, par l'exercice et l'habitude, peut réellement supporter pendant quelques instans d'aussi grands degrés de chaleur qu'on le dit.

Extrait d'un mémoire qui m'avoit été communiqué sur les grandes chaleurs qui ont eu lieu à Paris depuis 1682 *jusqu'en* 1794, *par le citoyen* Jean-Dominique Cassini (IV^e^ du nom).

Ce mémoire, présenté et non lu dans la dernière séance de la ci-devant Académie des sciences (août 1793), renferme des détails et une discussion que nous regrettons bien de ne pouvoir rapporter ici qu'en un très-court extrait; nous nous bornerons à transmettre à nos lecteurs les principaux résultats.

Le citoyen Cassini s'est proposé dans son mémoire de faire connoître le plus grand degré de chaleur observé à Paris dans l'espace de cent douze ans, c'est-à-dire depuis 1682 jusqu'en 1794 inclus : il lui étoit plus facile qu'à tout autre de donner un pareil résultat; quatre générations du même nom ont tenu à l'Observatoire des notes exactes du froid et du chaud; il a extrait de ces registres les résultats, et il en a formé un tableau d'où il résulte que la chaleur à Paris a fait élever le thermomètre à 30

degrés 7 dixièmes en 1793, le 7, le 8, le 10, le 16 juillet, et du même nombre de degrés le 7 et le 13 août de la même année.

Pour mieux établir la comparaison de la chaleur qui a régné chaque année, voici la division qu'il a établie : soit un thermomètre divisé d'une manière quelconque, il prend pour unité l'intervalle entre le terme de la glace et celui de la température des caves profondes, comme sont celles de l'Observatoire, et alors 2 sera le terme où commenceront les chaleurs moyennes; $2\frac{1}{2}$ le terme où commenceront les fortes chaleurs; $2\frac{5}{6}$ le terme où commenceront les chaleurs extraordinaires. Ainsi, pour un thermomètre qui marque 10 degrés au-dessus de la glace pour la température des caves, ces trois termes seront 20 degrés, 25 et 28 degrés 3 dixièmes. Pour une comparaison plus facile, le *maximum* de la chaleur observée chaque année a été réduit à l'échelle d'un thermomètre à mercure, division de Réaumur, marquant 0 à la glace fondante, et 9 degrés 2 dixièmes à la température des caves de l'Observatoire, et 80 degrés à l'eau bouillante. (Voyez la table des résultats et le mémoire du citoyen Cassini, dans le présent volume, p. 338 et suiv.

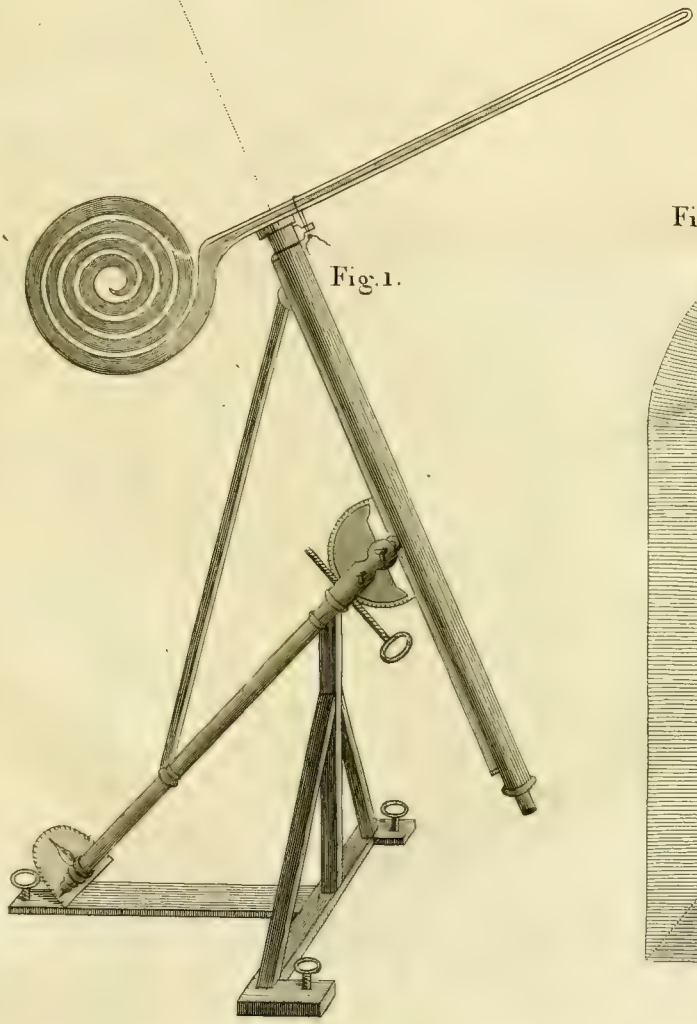


Fig. 1.

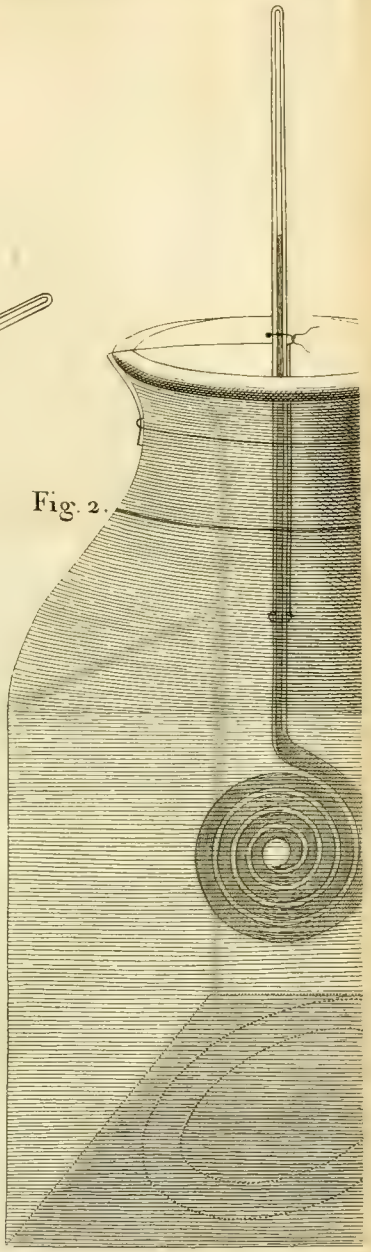
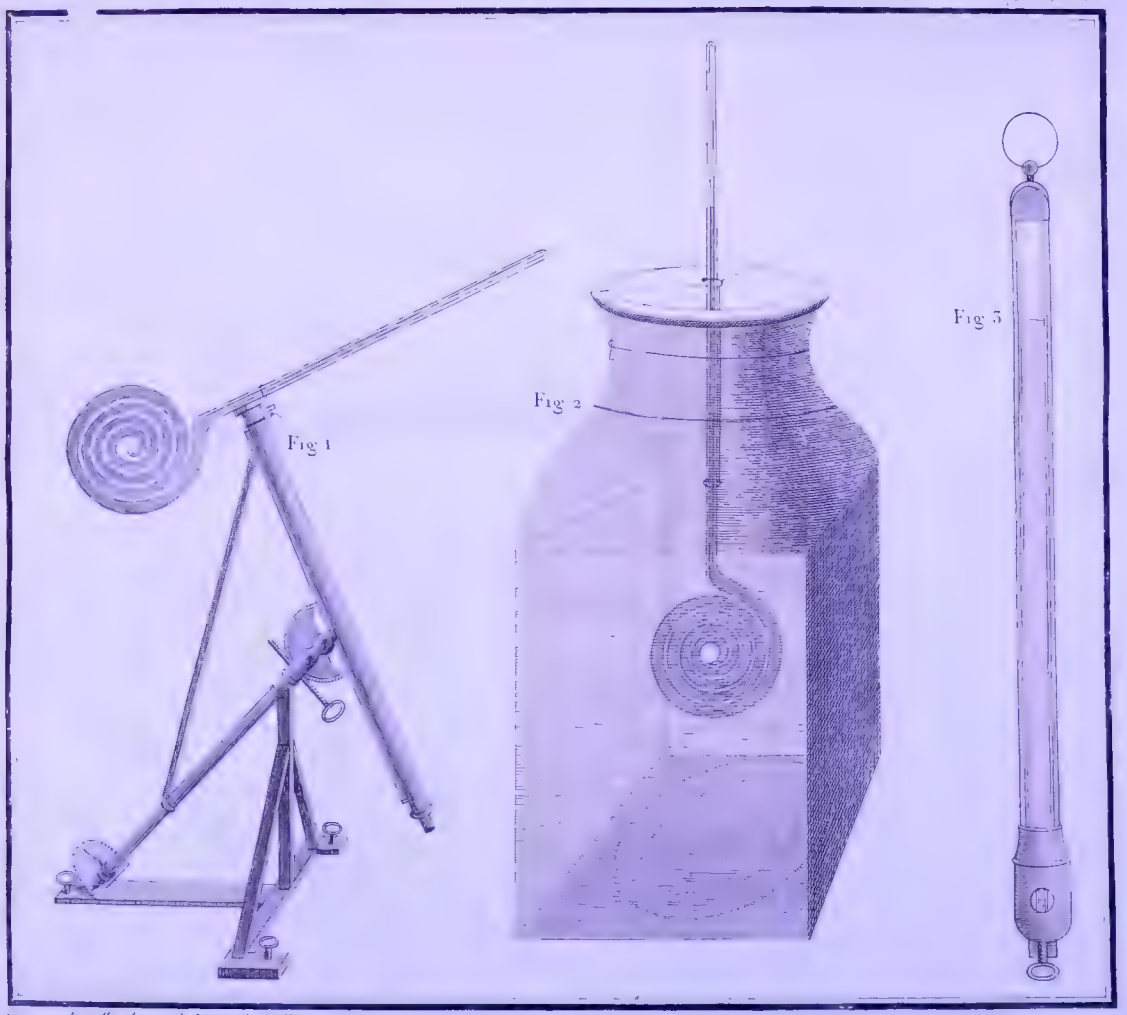


Fig. 2.

Gravé par E. Collin d'après le Dessin du Cn Messier.



Gravé par L. Collin d'après le Dessin du Cn. Mercier

NATURAL HIST

TABLE I, *contenant les observations du baromètre, du thermomètre, des vents et de l'état du ciel, pendant les grandes chaleurs de l'été de 1793, depuis le premier juillet jusqu'au 18 août.*

1793.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Thermom. en 80 degrés.	Thermom. en 85 degrés.	Vents.	ÉTAT DU CIEL.
		Pouces. Lignes.	Degrés.	Degrés.		
1 juillet . .	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 1.6	21	22 $\frac{1}{2}$	O. S. O. ...	Ciel parfaitement beau toute la journée, très-chaud et du vent; un peu de pluie à 10^h du soir.
2	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 3.6	20	22 . .	N. O.	Beau temps; quelques nuages pendant la journée, cependant moins l'après-midi, et l'air agité.
3	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 4.7	21	22	N. O.	Très-beau pendant la journée et la nuit précédente.
4	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 4.7	22	24 $\frac{1}{2}$	N.	Même ciel sans nuages, et la nuit; peu de vent.
5	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 5.0	23	24	O. N. O. ...	Même ciel, et la nuit précédente; peu de vent.
6	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 5.0	24 $\frac{1}{4}$	27	N. N. O. ...	Même ciel, et la nuit; le ciel pur, peu de vent, grande chaleur.
	Matin, 7^h.	28 3.0	19	. . . . .	N.	Même ciel que la nuit précédente, et l'air peu agité.
	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 2.6	28	32 . .	N. N. E. ...	Même ciel pur, point de vent, le soleil brûlant.
7	Soir, 2^h . .	28 2.2	28 $\frac{1}{2}$	32	N. N. E. ...	Même ciel, point d'agitation dans l'air.
	Soir, 10^h .	28 2.0	23	. . . . .	N. N. E. ...	Même ciel, sans apparence d'aucun nuage.
	Matin, 7^h.	28 1.6	23	. . . . .	N. N. E. ...	Même ciel sans nuage; l'air calme.
8	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28 1.4	30	33 $\frac{1}{4}$	N. N. E. ...	Même ciel, et la matinée; peu d'agitation dans l'air.
	Soir, 2^h . .	28 1.4	29 $\frac{1}{2}$	. . . . .	N. N. E. ...	Quelques nuages viennent de se former.
	Soir, 10^h .	28 1.4	21	. . . . .	N. E.	Beau temps; grand orage l'après-midi, venant du nord.
	Matin, 7^h.	28 1.6	21	. . . . .	E.	Beau temps; éclairs, tonnerre la nuit précédente sans pluie.
	Matin, 9^h.	28 2.0	27 $\frac{1}{2}$	. . . . .	E.	Ciel clair, sans nuages; l'air calme, grande chaleur.
	Matin, 10^h	28 2.0	28 $\frac{1}{2}$	. . . . .	E.	Même ciel, et la nuit précédente.
	Matin, 11^h	28 2.0	29 $\frac{1}{4}$	. . . . .	E.	Même ciel; de même toute la matinée.
9	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 1.8	28 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{1}{2}$	E.	Même ciel, très-pur et l'air calme.
	Soir, 1^h $\frac{1}{2}$.	28 1.7	28 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{1}{4}$	E.	Même ciel.
	Soir, 6^h . .	28 1.2	24 $\frac{1}{2}$	28	N. E.	Ciel couvert de nuages rares, et l'air calme.
	Soir, 10^h .	28 1.9	23	. . . . .	N. E.	Ciel plus couvert, et il paroît quelques étoiles.
	Matin, 5^h $\frac{1}{2}$	28 1.9	21	23 $\frac{1}{2}$	N. N. O. ...	Légers nuages, l'air calme.
	Matin, 10^h	28 2.0	28	. . . . .	N. O.	Même ciel, l'air un peu agité.
10	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28 1.9	. . . . .	31 .	N. E.	Même ciel; presque pas de vent.
	Soir, 1^h $\frac{1}{4}$.	28 1.9	28	31 $\frac{1}{2}$	N. E.	Quelques nuages blanchâtres, et peu de vent.
	Soir, 3^h . .	28 1.9	28	. . . . .	N. E.	Même ciel.
	Soir, 10^h .	28 1.8	21 $\frac{1}{2}$	. . . . .	. . . . .	Couvert; orage l'après-midi, venant du Levant.
	Matin, 6^h .	28 1.0	20	. . . . .	N. O.	Ciel clair, et l'air peu agité.
	Matin, 9^h $\frac{1}{2}$	28 1.0	27	. . . . .	N. E.	Ciel clair; légers nuages à 8^h, et dissipés.
11	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28 0.10	27	30 $\frac{1}{2}$	E.	Ciel clair; un peu de vent, et ce vent très-chaud.
	Soir, 2^h . .	28 0.7	26 $\frac{1}{4}$	32	E.	Ciel clair et peu de vent.
	Soir, 10^h .	28 0.4	23 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{2}$	N. E.	Même ciel, vent frais, quelques nuages au couchant.
	Matin, 4^h .	28 0.4	19 $\frac{1}{4}$	19 . .	N. E.	Ciel clair, de même la nuit précédente; l'air calme.
	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28 0.7	26 $\frac{1}{2}$	28 $\frac{1}{2}$	N. E.	Même ciel, et l'air peu agité.
12	Soir, 1^h . .	28 0.7	. . . . .	29 $\frac{1}{2}$	N. E.	Même ciel, et peu de vent.
	Soir, 2^h . .	28 0.7	26 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{2}$ . .	N. E.	Même ciel, toujours sans nuages.
	Soir, 10^h .	28 1.0	22 $\frac{1}{4}$	26	N. E.	Même ciel.
	Matin, 5^h .	28 1.4	18 $\frac{1}{2}$	. . . . .	N. E.	Ciel clair, et la nuit précédente; l'air un peu agité.
	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 2.0	27	29	E.	Même ciel, très-pur et peu de vent.
13	Soir, 1^h . .	28 2.0	26 $\frac{1}{2}$	30	E.	Même ciel.
	Soir, 10^h .	28 2.0	23	28 $\frac{1}{2}$	N. E.	Même ciel, peu d'agitation dans l'air.
	Matin, 5^h $\frac{1}{2}$	28 2.3	19	. . . . .	N. E.	Même ciel, et peu de vent.
	Midi $\frac{1}{2}$ . .	28 2.5	27	31	E.	Même ciel, et dans la matinée; peu de vent.
14	Soir, 1^h $\frac{1}{2}$.	28 2.3	26 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$	N. E.	Même ciel, et peu d'agitation dans l'air.
	Soir, 8^h . .	28 2.3	25	. . . . .	N. E.	Même ciel, très-pur.
	Soir, 10^h .	28 2.3	23 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	N. N. E. ...	Très-beau, et l'après-midi; quelques nuages au couchant.
	Matin, 5^h $\frac{1}{2}$	28 2.6	19 $\frac{1}{2}$	. . . . .	N. E.	Ciel très-clair, et dans la nuit précédente; peu de vent.
	Matin, 10^h	28 2.8	28 $\frac{1}{2}$	. . . . .	N. E.	Même ciel.
15	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 2.3	28	30	N. E.	Ciel pur, et l'air peu agité.
	Soir, 1^h $\frac{1}{2}$.	28 2.0	28 $\frac{1}{2}$	32	E.	Même ciel.
	Soir, 10^h .	28 1.7	23 $\frac{1}{2}$	. . . . .	N. E.	Même ciel, quelques nuages vers 5^h.
	Matin, 6^h .	28 1.4	20 $\frac{1}{2}$	. . . . .	N. E.	Ciel clair, comme la nuit précédente; peu de vent.
	Matin, 10^h	28 1.0	29 $\frac{1}{4}$	. . . . .	N. E.	Le ciel très-pur, et point de vent.
	Midi $\frac{1}{4}$ . .	28 0.10	29 $\frac{1}{4}$	33	S. O.	Beau temps, avec quelques nuages.
16	Soir, 1^h $\frac{1}{2}$.	28 0.8	29 $\frac{1}{4}$	34	O. S. O. ...	Même ciel.
	Soir, 5^h . .	28 0.7	. . . . .	30 $\frac{1}{2}$	S. S. O.	Nuages détachés; à 3^h pluie sans durée.
	Soir, 7^h . .	28 0.5	. . . . .	29 $\frac{1}{2}$	S. S. O.	Nuages épais à l'horizon au levant.
	Soir, 8^h . .	28 0.5	. . . . .	28 $\frac{1}{4}$	S. S. O.	Moins de nuages; la lune paroît; peu de vent.
	Soir, 10^h .	28 0.4	25 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	S. S. O.	Ciel clair; beaucoup d'éclairs sans tonnerre.

1793.	Heures du jour.	Hauteur du baromètre.	Thermom. en 80 degrés.	Thermom. en 85 degrés.	Vents.	ÉTAT DU CIEL.
		Pouces. lignes.	Degrés.	Degrés.		
17 juillet.	Matin, 7h	28 0.4	21	. . . . .	S. S. E.	Couvert; peu de vent pendant la nuit.
	Midi 1/4	28 1.0	26	30	O.	Couvert, et la matinée avec peu de soleil; peu de vent.
	Soir, 2h	28 0.8	26 1/2	30 1/2	O.	Ciel clair, sans nuages, et peu de vent.
	Soir, 10h	28 1.1	23	. . . . .	N.	Couvert depuis 3h; orage à l'occident.
18.	Matin, 7h	28 0.8	20 3/4	. . . . .	S. O.	Couvert; quelques gouttes de pluie à 6h 1/4; temps lourd.
	Midi	27 11.9	19 1/2	21	S. E.	Couvert, et la matinée; pluie forte à 8h et à 10h.
	Soir, 10h	28 0.11	16 1/2	. . . . .	O.	Très-couvert; grande pluie à 1h; vent considérable.
19.	Matin, 6h 1/4	28 0.11	15 1/2	. . . . .	O. N. O. ...	Couvert, et la nuit précédente sans pluie.
	Midi 1/4	28 1.0	19	22 1/2	S. O.	Couvert en grande partie, et la matinée avec du vent.
	Soir, 10h	28 0.0	15 1/2	. . . . .	S. O.	Couvert; peu de soleil l'après-midi, peu de vent et de la pluie.
20.	Midi 1/4	28 1.0	18	18	O. N. O. ...	Peu de pluie la nuit, la matinée et l'après-midi.
21.	Midi 1/4	28 3.1	19 1/2	21	N. O.	Couvert la nuit précédente; peu de nuages l'après-midi.
22.	Midi	28 4.0	22	. . . . .	N.	Ciel clair, et peu de nuages pendant la journée.
23.	Midi	28 2.5	21 1/2	. . . . .	S. O.	En partie couvert la nuit et pendant la journée.
24.	Matin, 10h	28 2.2	19	. . . . .	N. O.	Couvert pendant tout le jour; temps lourd.
25.	Midi 1/4	28 2.4	20 1/2	27	N. O.	Couvert en grande partie; moins l'après-midi que le matin.
26.	Midi	38 2.4	20 1/2	26 1/2	N. O.	En partie couvert la nuit et pendant le jour; clair à 10h du soir.
27.	Midi 1/4	28 1.0	23	29 1/2	N. O.	Clair la nuit, en partie la matinée; couvert l'après-midi, avec pluie.
28.	Midi	27 11.0	17	21	N. O.	Couvert, et toute la journée, avec un peu de pluie.
29.	Midi 1/4	28 0.5	18 1/2	20 1/2	N. O.	Couvert en partie, plus couvert la matinée, ciel clair le soir.
30.	Midi 1/2	28 2.0	19 1/4	23 1/2	N. O.	Beau temps; quelques nuages la matinée, très-beau l'après-midi
31.	Matin, 10h	28 2.0	19 1/2	24	S. O.	Beau temps; de même la nuit et pendant la journée; un peu de pluie vers 7h du soir.
1 août.	Midi 1/4	28 3.5	21	25	N. O.	Peu de nuages pendant la journée, et peu d'air.
2.	Midi 1/4	28 2.1	23 1/2	27	E. S. E.	La journée de même; peu d'air et grande chaleur.
3.	Midi 1/4	27 11.8	24	27	E. S. E.	Beau temps la nuit et tout le jour; des éclairs la nuit, et du tonnerre au loin.
4.	Midi 3/4	27 11.7	19 1/2	24	O. S. O. ...	Beaucoup d'éclairs et de tonnerre la nuit précédente; peu de pluie; couvert en partie dans la matinée et à midi; le soir le ciel clair et du vent.
5.	Midi 1/2	28 2.0	19 3/4	24	O. S. O. ...	En partie couvert la nuit précédente, plus couvert la matinée, peu de nuages l'après-midi, le ciel clair le soir.
6.	Midi	28 3.2	19 1/4	25	O.	Ciel très-clair la nuit précédente; peu de soleil dans la matinée, peu de nuages l'après-midi, découvert à 10h du soir; la chaleur grande et étouffante; peu d'air.
7.	Soir, 2h	28 1.4	25	29	N. E.	Le ciel clair la nuit précédente, la matinée de même; quelques gouttes de pluie vers 5h du soir; ciel clair à 10h; de l'air pendant la journée, mais d'une très-grande chaleur: j'en parle dans ce mémoire, et de ses effets.
8.	Midi 3/4	28 1.9	21 1/2	25	O. S. O. ...	Couvert une partie de la matinée, peu de soleil l'après-midi; vent frais; le ciel clair à 10h du soir.
9.	Midi 1/4	28 2.0	20 1/2	23 1/2	O.	Le ciel en partie couvert toute la journée.
10.	Midi	28 2.0	20	25 1/2	S. O.	Couvert de même tout le jour, avec très-peu de soleil.
11.	Midi 1/4	28 3.0	19	22	N. O.	Ciel clair la nuit précédente et toute la journée; vent très-sensible et frais le soir.
12.	Midi 1/4	28 1.9	21 1/2	27	N. E.	Ciel clair la nuit précédente et la matinée, légers nuages à midi, très-beau l'après-midi, et le soir peu de vent.
13.	Soir, 1h 1/2	28 0.8	26 1/2	32	O.	Même ciel la nuit et la matinée jusqu'à 1h 3/4; alors quelques légers nuages, dissipés ensuite. La chaleur très-grande, très-incommode, comme celle du 7. A 6h du soir le thermomètre marquoit encore 26d 1/2.
14.	Midi 1/4	28 2.6	19 1/4	22 1/2	N. O.	Couvert dans la matinée, d'un gris cendré, avec peu d'air; plus beau l'après-midi, et un peu de vent le soir.
15.	Midi 3/4	27 10.0	23 1/2	25 1/2	S. O.	Peu de soleil la matinée, avec du vent; de même l'après-midi, avec quelques gouttes de pluie, et le vent très-augmenté.
16.	Midi 1/2	28 0.4	19	21	O.	A 7h du matin le ciel très-clair; couvert ensuite en partie, avec du vent; peu de soleil l'après-midi.
17.	Midi	27 9.5	18	19 1/2	S. O.	Couvert en grande partie la nuit précédente; peu de soleil dans la matinée, un peu de pluie à midi, assez beau l'après-midi, le ciel clair à 10h du soir. Ce jour est très-remarquable par un ouragan terrible qui paroissoit vouloir confondre tous les élémens: il commença à 11h du matin et ne finit que vers minuit. J'en parle avec détails dans ce mémoire.
18.	Midi	28 1.1	17	18	S. O.	Couvert en partie; couvert la matinée; plus beau l'après-midi.

TABLE II, *contenant les observations du thermomètre; l'un exposé au nord, à mon observatoire, et un second aux rayons directs du soleil, pendant les grandes chaleurs de l'été des années* 1793, 1776 *et* 1778.

DATES.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Thermom. en 85 degr. N° I.	Thermom. n° III. Esp. de vin.	Thermom. en 85 degr. N° II.	Différence de chaleur.	Vents.	ÉTAT DU CIEL.
1793.		Pouces. Lignes.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.		
8 juillet.	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.4	33 $\frac{1}{4}$	30	54	. . . . .	N. N. E. .	Le thermomètre sur sa planche.
9. . . .	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.8	30 $\frac{1}{2}$	27	49	. . . . .	E.	Thermomètre sur sa planche.
	Soir, 1h $\frac{1}{2}$	28 1.7	32 $\frac{1}{4}$	26 $\frac{1}{2}$	52	. . . . .	E.	Sur sa planche.
10. . . .	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.9	31	29	53	7 $\frac{1}{2}$	N. E. . . .	Sur sa planche.
	Soir, 1h $\frac{1}{4}$	28 1.9	31 $\frac{1}{2}$	31	45 $\frac{1}{2}$		N. E. . . .	Détaché de sa planche.
11. . . .	Midi $\frac{1}{2}$	28 0.10	30 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$	51	6	E.	Sur sa planche.
	Soir, 2h . . .	28 0.7	32	28	45		E.	Détaché.
12. . . .	Soir, 1h . . .	28 0.7	29 $\frac{1}{2}$	28	43 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	N. E. . . .	Détaché.
	Soir, 1h $\frac{1}{2}$ . .	28 0.7	29 $\frac{1}{2}$	28	50		N. E. . . .	Sur sa planche.
14. . . .	Midi $\frac{1}{2}$	28 2.5	31	28	53	8 $\frac{1}{4}$	E.	Sur sa planche.
	Soir, 1h $\frac{1}{2}$ . .	28 2.3	31 $\frac{1}{2}$	28 $\frac{3}{4}$	44 $\frac{1}{2}$		N. E. . . .	Détaché de sa planche.
1776.	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.2	29	. . . . .	48	. . . . .	S. E.	Ciel pur, l'air peu agité.
2 août. .	Soir, 3h . . .	28 2.10	30 $\frac{1}{2}$	. . . . .	. . . . .	. . . . .	S. E.	Même ciel, le soleil très-chaud.
	Soir, 4h . . .	28 2.10	30 $\frac{1}{2}$	. . . .	47	. . . . .	S. E.	Même ciel.
	Soir, 5h . . .	28 2.9	29	. . . . .	44 $\frac{1}{2}$	. . . . .	S. E.	Même ciel.
	Matin, 9h . .	28 3.0	22	. . . . .	38 $\frac{1}{2}$	. . . . .	O.	Légers nuages à l'orient.
3. . . .	Matin, 10h .	28 3.0	25	. . . . .	40 $\frac{1}{2}$	. . . . .	O.	Les nuages diminués.
	Matin, 11h .	28 3.0	28	. . . . .	45	. . . . .	O.	Les nuages encore éclaircis.
	Midi.	28 2.10	29	. . . . .	45	. . . . .	O.	Les nuages un peu augmentés.
1778.								
24 juin. .	Soir, 1h $\frac{1}{2}$ . .	28 1.0	25	. . . . .	47 $\frac{1}{2}$	. . . . .	S. E.	Ciel clair, éclipse de soleil.
	Soir. 3h $\frac{1}{2}$ . .	28 1.0	26	. . . . .	45	. . . . .	S. E.	Même ciel, couvert le soir.
	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.6	28	. . . . .	42	. . . . .	S. E.	Très-beau, et depuis plusieurs jours.
	Soir, 1h . . .	28 1.3	28 $\frac{1}{2}$	. . . . .	42	. . . . .	S.	Même ciel, très-clair.
5 juillet. .	Soir, 1h $\frac{1}{2}$ . .	28 1.3	28	. . . . .	46 $\frac{1}{2}$	. . . . .	S.	Même ciel.
	Soir, 3h . . .	28 1.2	28	. . . . .	46 $\frac{1}{2}$	. . . . .	S.	Même ciel.
	Soir, 3h $\frac{1}{2}$ . .	28 1.2	29	. . . . .	47	. . . . .	S.	Même ciel.
	Matin, 11h .	28 2.0	26	. . . . .	41	. . . . .	E.	Même ciel, très-pur.
14. . . .	Mat. 11h $\frac{1}{4}$.	28 2.0	26 $\frac{1}{2}$	. . . . .	42 $\frac{1}{2}$	. . . . .	E.	Même ciel.
	Midi $\frac{1}{2}$	28 2.0	27	. . . . .	42	. . . . .	E.	Même ciel.
16. . . .	Midi $\frac{1}{2}$	28 2.8	26 $\frac{1}{2}$	. . . . .	46	. . . . .	N. N. E. .	Même ciel, peu d'air.

TABLE III, *contenant les observations du thermomètre plongé dans un vase rempli d'eau, exposé aux rayons du soleil, en juillet* 1793 *et en août* 1776.

DATES.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Thermom. en 85 degrés.	Vents.	POSITION DU THERMOMÈTRE N° II.	Thermom. n° II, en 85 degr.	Différence de chaleur.
1793.		Pouces. Lignes.	Degrés.			Degrés.	
15 juillet. .	Matin, 10h .	. . . . .	. . . . .	N. E. . . .	Avant d'être dans l'eau	22 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$
	Soir, 2h. . .	28 2.0	32	E.	Dans l'eau marquoit	44	
16.	Matin, 10h .	. . . . .	. . . . .	N. E. . . .	Avant d'être dans l'eau	20	22
	Midi. . . .	28 0.10	33	S. O.	Dans l'eau	42	
1776.							
3 août. . .	Matin, 10h .	. . . . .	. . . . .	O.	Avant d'être dans l'eau	19 $\frac{1}{2}$	14
	Midi. . . .	28 2.10	29	O.	Dans l'eau marquoit	33 $\frac{1}{2}$	

TABLE IV, *contenant les observations du baromètre, du thermomètre, divisé en 85 degrés, des vents et de l'état du ciel pendant les grandes chaleurs de l'été de l'an* 8 (1800, *depuis le* 8 *juin jusqu'au* 21 *août*).

An 8.	1800.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Thermom. en 85 degrés.	Vents.	ÉTAT DU CIEL.
			Pouces. Lignes.	Degrés		
19 prairial	8 juin	Midi $\frac{1}{4}$	27 11.7	17 $\frac{1}{2}$	O.	Beau temps, et la matinée; un peu de pluie l'après-midi.
20	9	Midi	28 0.1	14	O.	Couvert également, et la matinée; quelques gouttes de pluie l'après-midi.
21	10	Midi $\frac{1}{4}$	28 0.8	16	N. N. O.	Beau, et la matinée avec des nuages; plus beau l'après-midi.
22	11	Midi $\frac{1}{4}$	28 2.4	13 $\frac{1}{2}$	N. E.	Beau temps, avec des nuages, et la matinée; plus beau l'après-midi.
23	12	Midi $\frac{1}{4}$	28 1.2	15	N. N. E.	Très-beau la nuit, légers nuages la matinée, peu de soleil l'après-midi.
24	13	Midi $\frac{1}{4}$	28 2.2	13 $\frac{1}{2}$	N. E.	Couvert la nuit, très-beau toute la journée, se couvre à 10^h du soir.
25	14	Midi	28 0.9	13 $\frac{1}{2}$	N. O.	Couvert à midi, en partie la matinée; pluie par intervalle l'après-midi.
26	15	Midi	28 2.6	15 $\frac{1}{2}$	N. O.	Peu de soleil pendant la journée, un peu de pluie à 1^h $\frac{1}{2}$.
27	16	Midi $\frac{1}{2}$	28 3.6	17	N. N. O.	Beau temps, et la matinée, avec peu de nuages; couvert l'après-midi.
28	17	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.7	16 $\frac{1}{4}$	N. N. E.	Peu de soleil, et la matinée; un peu de pluie à 6^h; couvert l'après-midi.
29	18	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.8	17 $\frac{1}{2}$	N. O.	Couvert toute la journée.
30	19	Midi	28 2.6	15 $\frac{1}{2}$	N. O.	Couvert toute la journée, de la pluie la matinée.
1 messidor	20	Midi	28 1.2	19 $\frac{1}{2}$	S. O.	Couvert, et la matinée; peu de soleil l'après-midi.
2	21	Midi	28 0.2	15 $\frac{1}{2}$	S. O.	Couvert toute la journée, un peu de pluie la matinée.
3	22	Midi $\frac{1}{2}$	28 0.9	14	N. N. O.	Grande pluie; nuages la matinée, peu l'après-midi.
4	23	Midi	28 2.6	16 $\frac{1}{2}$	N. N. O.	Couvert en partie, et la matinée; de même l'après-midi; beau le soir.
5	24	Midi	28 4.0	18	N. N. E.	Couvert en partie, et la matinée; moins l'après-midi.
6	25	Midi $\frac{1}{2}$	28 3.6	20 $\frac{1}{2}$	S. E.	Très-beau toute la journée; sans nuages.
7	26	Midi $\frac{1}{2}$	28 2.3	23	S. O.	Même ciel toute la journée et la nuit précédente.
8	27	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.1	20	N. E.	Peu de nuages pendant la journée.
9	28	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.4	19	E. N. E.	Beau temps, et la journée, avec peu de nuages; du vent.
10	29	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.8	19 $\frac{1}{2}$	N. N. E.	Le ciel parfaitement beau toute la journée.
11	30	Midi $\frac{1}{2}$	28 2.10	18 $\frac{1}{2}$	N.	Peu de nuages, et la matinée; très-beau l'après-midi; du vent.
12	1 juillet	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.7	16	N. E.	Beau temps, et la matinée; légers nuages avec du vent; frais.
13	2	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.1	18 $\frac{1}{2}$	N. E.	Beau temps la nuit et toute la journée; peu de vent.
14	3	Midi $\frac{1}{4}$	28 2.4	21	O. N. O.	Couvert en partie, et la matinée; couvert l'après-midi; gouttes de pluie à 6^h $\frac{1}{2}$.
15	4	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.4	20	S. O.	Beau temps, et la matinée; des nuages et du vent; beau l'après-midi.
16	5	Midi $\frac{1}{4}$	28 2.7	21	N. O.	Beau temps, et toute la journée, avec de légers nuages.
17	6	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.0	22	S. E.	Beau temps, nuages rares, et la matinée; sans nuages l'après-midi.
18	7	Midi $\frac{1}{4}$	28 2.3	26 $\frac{1}{2}$	N. O.	Même ciel la nuit et la journée; peu d'air, grande chaleur.
19	8	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.1	25 $\frac{1}{2}$	N. O.	Peu de soleil, et la matinée; plus beau l'après-midi; peu d'air.
20	9	Matin, 6^h.	28 3.9	17 $\frac{1}{2}$	S. O.	Couvert; peu de soleil pendant la journée; pluie à 9^h du soir.
21	10	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.3	19	N. O.	Couvert en partie, et la matinée; beau l'après-midi, avec du vent.
22	11	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.3	20	N. N. E.	Beau temps toute la journée, sans nuages.
23	12	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.9	22	N. O.	Peu de soleil, et la matinée; très-beau l'après-midi.
24	13	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.7	19	N. O.	Couvert en partie, et la matinée; très-beau l'après-midi.
25	14	Midi	28 4.0	15	N. E.	Couvert; peu de soleil la matinée, de même l'après-midi.
26	15	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.0	18	N. E.	Peu de soleil, et la matinée; beau l'après-midi.
27	16	Midi $\frac{1}{2}$	28 4.4	19 $\frac{1}{2}$	N. E.	Très-beau la nuit précédente et toute la journée.
28	17	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.1	24	N. N. E.	Beau temps, avec des nuages, et la matinée; très-beau l'après-midi; peu d'air.
29	18	Midi $\frac{1}{2}$	28 4.7	22	N. N. E.	La journée et la nuit précédente très-belle; légers nuages.
30	19	Midi $\frac{1}{2}$	28 4.6	16 $\frac{1}{2}$	N. N. E.	Ciel clair, sans nuages la nuit précédente et toute la journée.
1 thermidor	20	Midi $\frac{1}{2}$	28 3.2	20 $\frac{1}{2}$	N. O.	Même ciel; des nuages l'après-midi.
2	21	Midi $\frac{1}{4}$	28 3.9	21	N. O.	La journée couverte en partie de foibles nuages.
3	22	Midi $\frac{1}{4}$	28 2.7	20	N.	Couvert en grande partie, et la matinée; plus beau l'après-midi.
4	23	Midi $\frac{1}{4}$	28 4.9	17	N. N. E.	Belle journée, avec de légers nuages.

An 8.	1800.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Thermom. en 85 degrés.	Vents.	État du ciel.
			Pouces. Lignes.	Degrés		
5 thermidor.	24 juillet. .	Midi $\frac{1}{4}$	28 5.0	19 $\frac{1}{2}$	N.	Belle journée, et la nuit précédente.
6.....	25.....	Midi $\frac{1}{4}$	28 5.7	20 $\frac{1}{2}$	N. N. E...	Belle journée, et la nuit précédente; du vent.
7.....	26.....	Midi.....	28 4.7	22	N.	Belle journée sans nuages; à 5h du matin le ciel étoit couvert.
8.....	27.....	Midi.....	28 3.6	24 $\frac{1}{2}$	N.	Belle journée sans nuages, et la nuit précédente.
9.....	28.....	Midi.....	28 3.1	25 $\frac{1}{2}$	N.	Même ciel, et la nuit précédente; l'après-midi couvert à 3h.
10.....	29.....	Midi.....	28 3.0	22 $\frac{1}{2}$	N. N. O...	Ciel clair, peu de nuages la matinée, très-beau l'après-midi.
11.....	30.....	Midi.....	28 3.2	26 $\frac{1}{2}$	N.	Ciel clair; étoit couvert à 6h du matin; très-beau l'après-midi.
12.....	31.....	Midi.....	28 3.7	24 $\frac{1}{2}$	N.	Ciel clair, et l'après-midi sans nuages; des nuages la matinée.
13.....	1 août...	Midi.....	28 3.5	25 $\frac{1}{2}$	N. N. E...	Foibles nuages; clair la matinée et l'après-midi; peu d'air.
14.....	2.....	Midi.....	28 3.4	27	E. N. E...	Belle journée, la chaleur accablante, peu d'air.
15.....	3.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 3.7	26 $\frac{1}{2}$	N.	Belle journée, et la nuit précédente sans nuages; peu de vent.
16.....	4.....	Midi.....	28 3.0	26 $\frac{1}{2}$	N. N. O...	Belle journée, comme la précédente; peu d'air.
17.....	5.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 4.8	20	N. E.....	Ciel clair, légers nuages la matinée, sans nuages l'après-midi; du vent.
18.....	6.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 4.0	20	N. N. E...	Ciel clair, et la matinée; quelques nuages l'après-midi.
19.....	7.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 4.1	20	N. N. E...	Ciel clair, et la matinée; couvert l'après-midi; du vent; ciel rouge au couchant.
20.....	8.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 5.6	17	N. E.....	Ciel clair, peu de nuages la matinée, point l'après-midi; du vent.
21.....	9.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 5.5	20 $\frac{1}{2}$	N. E.....	Belle journée, et la nuit précédente sans nuages; un peu de vent.
22.....	10.....	Matin, 10h	28 3.10	20	N. E.....	La journée comme la précédente, sans nuages.
23.....	11.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 2.2	27	E.....	Le ciel comme les deux jours précédens; peu d'air, grande chaleur.
24.....	12.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 2.9	24	N. O.....	Même ciel; au coucher du soleil des nuages rouges.
25.....	13.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 3.0	24	N. N. E...	Beau temps, avec de légers nuages le matin et l'après-midi.
26.....	14.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 3.0	24	N.	Beau temps, le matin couvert à 6h, et l'après-midi depuis 7h.
27.....	15.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 3.2	28	N. N. O...	Peu de nuages; pluie la nuit précédente, entre 11h et minuit; grande chaleur.
28.....	16.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 3.8	29	N.	Peu de nuages matin et soir; peu d'air; le soleil très-chaud.
29.....	17.....	Soir, 3h ...	28 2.9	31 $\frac{1}{2}$	O.	Belle journée très-chaude, sans nuages; temps calme.
30.....	18.....	Soir, 3h ...	28 1.9	32	O.	Grand orage la nuit précédente; la journée très-belle et très-chaude.
1 fructidor.	19.....	Midi.....	28 2.4	25	S. O.	Quelques gouttes de pluie; couvert la matinée; beaucoup d'éclairs le soir au couchant.
2.....	20.....	Midi $\frac{1}{4}$....	28 0.4	24	S. S. O....	Couvert; grand orage à 2h du matin, grande pluie; grand orage et pluie vers 4h du soir.
3.....	21.....	Midi $\frac{1}{4}$....	27 10.8	20	O.	Un peu de pluie, et la matinée; pluie presque tout l'après-midi.

TABLE V, *contenant les grandes chaleurs observées au thermomètre pendant les étés des années* 1757, 1760, 1763, 1765, 1772, 1773, 1776, 1778, 1783, 1788 *et* 1791.

Dates.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Thermom. à mercure.	Vents.	État du ciel.
		Pouces. Lignes.	Degrés.		
1757. 10 juillet. .	Soir, 3h	.....	29 $\frac{1}{2}$	N. E. ...	Ciel clair, et peu de vent.
11.....	Soir, 3h	.....	30	N. E. ...	Même ciel, avec de légers nuages au midi.
12.....	Soir, 3h	.....	30	N. E. ...	Même ciel.
13.....	Soir, 3h	.....	30	N. N. E..	Même ciel; des nuages le soir.
14.....	Soir, 3h	.....	32	S.	Ciel clair. Il commença à se couvrir vers les 6h; à 9h il s'éleva un vent considérable, suivi d'éclairs, de tonnerre, et à 10h $\frac{1}{2}$ il tomba une forte pluie. Le baromètre ne fit que descendre pendant la journée. Le 15 le thermomètre monta à 25°.
20.....	Soir, 3h	.....	31	S. S. E. .	Beau temps. Vers les 6h du soir il commença à se couvrir; à 10h entièrement couvert. Il éclairoit de toutes les parties de l'horizon, et le tonnerre se fit entendre au loin. A 11h

DATES.	Heures du jour.	Hauteurs du baromètre.	Thermom. à mercure.	Vents.	ÉTAT DU CIEL.
					il s'étoit rapproché avec force. La même nuit le feu consuma sept maisons de la petite rue Taranne, et le bruit se répandit que c'étoit le tonnerre qui y étoit tombé. L'été de 1757 fut beau, et les chaleurs très-grandes.
		Pouces. Lignes.	Degrés.		
1760. 18 juillet . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Ciel très-beau; la chaleur fut très-grande toute la journée.
19	Soir, 4h	. . . . .	32	N. E. . . .	Même ciel, mais chargé de vapeurs; peu de vent.
20	Soir	. . . . .	29	N.	Même ciel; le thermomètre resta plusieurs heures à cette hauteur.
21	Soir, 3h	. . . . .	25	N.	Même ciel; du vent.
22	Midi	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Le ciel commença à se couvrir; le 23 de la pluie.
1763. 18 août . .	Midi $\frac{1}{4}$	28 1.0	28 $\frac{1}{2}$	S. E. . . .	Ciel en partie couvert.
	Soir, 5	28 0.8	29 $\frac{1}{2}$	S. E. . . .	Même ciel.
19	Midi $\frac{1}{2}$	28 0.6	31 $\frac{1}{4}$	S. S. E. . .	Même ciel.
	Soir, 2h	28 0.6	31	S. S. E. . .	Le ciel étoit le même.
1765. 24 août . .	Soir, 2h	28 0.6	30 $\frac{1}{4}$	S. S. O. . .	Ciel clair et pur.
	Soir, 2	28 0.6	31	S.	Même ciel.
25	Soir, 3h	28 0.6	32	S.	Même ciel.
	Soir, 4h	28 0.6	31 $\frac{1}{4}$	S.	Même ciel.
26	Soir, 2h	27 11.6	30 $\frac{1}{4}$	S.	Le ciel étoit le même.
	Midi	28 2.6	30	S. O. . . .	Ciel clair, l'air peu agité.
1772. 26 juin . . .	Soir, 3h $\frac{1}{2}$ . . .	28 2.2	31 $\frac{1}{2}$	S. O. . . .	Ciel un peu nébuleux.
	Soir, 5h	28 2.0	31 $\frac{1}{4}$	S. O. . . .	Même ciel. Le 27 grand orage, éclairs, tonnerre et pluie.
1776. 2 août . .	Soir, 3h	28 2.10	28	S. E. . . .	Ciel clair, et peu de vent.
	Soir, 4h	28 2.10	28 $\frac{1}{4}$	S. E. . . .	Même ciel. Thermomètre au soleil, 45°.
3	Midi	28 2.10	27	O.	Légers nuages. Thermomètre au soleil, 43°. Le 5, grand orage.
1778. 24 juin . . .	Soir, 1h	28 1.0	26	S. E. . . .	Ciel clair, et plusieurs jours avant. (Éclipse de soleil.)
5 juillet . .	Soir, 1h	28 1.3	28 $\frac{1}{2}$	S.	Ciel clair, grande chaleur.
	Soir, 3h $\frac{1}{2}$ . . .	28 1.3	29	. . . . .	Même ciel.
14	Midi $\frac{3}{4}$	28 2.3	26 $\frac{1}{2}$	E.	Même ciel; 11h du soir le thermomètre encore à 21°.
15	Soir, 1h	28 2.8	27 $\frac{1}{2}$	N.	Nuages très-légers.
16	Soir, 2h	28 2.3	27 $\frac{1}{2}$	N. O. . . .	Même ciel; grande chaleur, l'air peu agité.
1783. 11 juillet . .	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.2	28	N. E. . . .	Le ciel nébuleux.
	Soir, 2h	27 11.2	28	O.	Ciel calme, l'air très-chaud; à 4h le ciel se couvre; orage ensuite, éclairs, tonnerre et pluie à différentes reprises.
1788. 12 juillet . .	Soir, 1h	28 0.8	28 $\frac{1}{2}$	S. E. . . .	En partie couvert; très-chaud; un orage s'annonçoit.
13	Midi $\frac{1}{2}$	28 0.1	22	S. O. . . .	Couvert à 9h du matin; éclairs, tonnerre et pluie mêlée de grêle.
1791. 7 août . .	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.5	28	N. E. . . .	Ciel clair, peu de vent; le soleil bien terminé.
15	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.7	29	S. E. . . .	Même ciel, et l'air calme.
16	Midi $\frac{1}{2}$	28 1.0	28 $\frac{1}{2}$	S. E. . . .	Même ciel, et peu de vent.

TABLE VI, *contenant les observations du thermomètre d'Amontons, faites à Montpellier, par M.* Bon, *pendant les grandes chaleurs de l'été de* 1705.

Année 1705.	Thermom. de Amontons.	Réduit à Réaumur.	Année 1705.	Thermom. de Amontons.	Réduit à Réaumur.	Année 1705.	Thermom. de Amontons.	Réduit à Réaumur.
	Degrés.	Degrés.		Degrés.	Degrés.		Degrés.	Degrés.
17 juillet	57.3	23.0	31 juillet	58.0 $\frac{1}{2}$	26.2	7 août	57.3	23.0
24	57.5	23.8	1 août	57.11	25.8	8	57.1	22.4
26	57.0	22.0	2	57.10	25.4	9	57.0	22.0
27	57.3	23.0	3	57.5	23.8	20	57.0	22.0
28	57.7	24.4	4	57.6	24.0	21	57.0	22.0
29	57.8	24.8	5	57.5	23.8	25	57.0	22.0
30	58.4 $\frac{1}{2}$	27.6	6	57.3	23.0	30	57.1	22.4

NOUVELLE MÉTHODE

DE DÉTERMINER

L'INCLINAISON D'UNE AIGUILLE AIMANTÉE,

Par le citoyen COULOMB.

Lu le 26 fructidor an 7.

LA ci-devant Académie des sciences proposa pour prix, en 1743, la meilleure manière de construire les boussoles d'inclinaison; le prix fut remporté par M. D. Bernoulli.

Ce qui détermina l'Académie à proposer ce sujet, c'est que l'instrument destiné à nous faire connoître l'inclinaison des aiguilles, quoique très-simple à la première vue, est de la plus grande difficulté dans l'exécution. L'on peut s'en convaincre d'après toutes les tentatives de Muschembroek. Ce physicien avoue que différentes boussoles d'inclinaison, quoique construites sous ses yeux avec le plus grand soin, ont donné entre elles jusqu'à 10 ou 12 degrés de différence d'inclinaison.

I. M. D. Bernoulli, en calculant les erreurs inévitables d'une des boussoles de Muschembroek, trouve que l'aiguille de cette boussole, quoiqu'équilibrée exactement dans le sens vertical et dans le sens horizontal,

avant d'être aimantée, devoit, par le degré de flexion qui répondoit à sa véritable inclinaison, donner des erreurs de plus de 30 degrés. Il ajoute que si cela n'a pas eu lieu, c'est qu'il y a apparence que cet observateur habile avoit équilibré son aiguille, avant de l'aimanter, dans une inclinaison de 67 à 68 degrés, qu'il savoit, par quelque moyen, devoir être à peu près l'inclinaison de l'aiguille aimantée dans le lieu où il faisoit son observation.

II. On peut, à la vérité, corriger presqu'en entier les erreurs occasionnées par les différentes flexions de l'aiguille dans ses changemens d'inclinaison, soit en augmentant beaucoup sa largeur, relativement à son épaisseur, soit en diminuant sa longueur, soit en lui donnant la forme de deux triangles isocèles, joints par leur base, ou celle de deux cônes réunis de même par leur base.

Mais il existe dans la construction de cet instrument plusieurs autres causes d'erreurs assez difficiles à évaluer et par conséquent à corriger. En voici quelques-unes des principales, déja observées en grande partie par D. Bernoulli.

III. Si l'on renferme l'axe de ces aiguilles dans une chape qui ait à peu près le même diamètre que cet axe, le frottement sera si considérable, que souvent l'aiguille s'arrêtera à plusieurs degrés de son méridien. On prévient ce défaut, en faisant rouler l'axe sur des plans

horizontaux; mais pour lors il arrive rarement, lorsque l'aiguille s'arrête, que l'axe soit exactement centré avec la portion de cercle sur lequel on mesure son inclinaison. Il faut cependant dire que ce défaut, entre les mains d'un observateur exact, ne produit jamais que de petites erreurs; ainsi il est de peu de conséquence.

IV. Si les deux plans sur lequel porte l'axe ne sont pas exactement dans le même plan, ou s'ils sont un peu inclinés, la verticale qui passe par le centre de l'axe ne passe pas par le point de contact, et l'aiguille prend une inclinaison moyenne telle, que la pesanteur et l'action magnétique se contrebalancent mutuellement, de manière que la résultante passe par le point de contact. D'ailleurs, comme l'observe D. Bernoulli, si la circonférence de l'axe de l'aiguille n'a pas la forme d'un cylindre parfait, l'aiguille ne tournera pas autour d'un même point.

V. Lorsque l'on équilibre une aiguille avant de l'aimanter, elle a presque toujours déja contracté un petit degré de magnétisme dans l'atelier de l'ouvrier, soit par le magnétisme que prennent à la longue presque toutes les limes, soit par les différentes positions où l'aiguille se trouve lorsqu'on la travaille.

VI. Enfin, quand même, avant d'aimanter une aiguille, l'on seroit parvenu, ce qui est très-difficile, à l'équilibrer de manière qu'elle fût indifférente à toutes

les positions, et que son centre de gravité fût toujours au centre de son mouvement, le moindre choc, la moindre flexion, soit dans l'aiguille, soit dans les axes, l'usé même des axes, doivent, à la longue, déranger la position du centre de gravité. Il arrive en effet très-souvent qu'à la fin d'un voyage, la même aiguille ne donne pas la même inclinaison qu'auparavant.

VII. Il faut encore remarquer que toutes ces causes d'erreur influent d'autant plus dans l'inclinaison des aiguilles, qu'à mesure qu'elles approchent de la véritable direction magnétique, la force aimantaire de la terre qui produit cette inclinaison, agit avec un levier qui diminue continuellement, et qui s'évanouit lorsque l'aiguille est arrivée à sa véritable direction, c'est-à-dire à la résultante de toutes les forces magnétiques du globe de la terre sur cette aiguille : mais comme cette force est elle-même toujours très-petite relativement à la pesanteur de l'aiguille, le moindre déplacement dans le centre de gravité produit nécessairement des erreurs sensibles dans la position de l'aiguille.

VIII. Pour corriger une partie de ces défauts, M. D. Bernoulli propose de fixer à angle droit, au milieu des aiguilles destinées à déterminer l'inclinaison, une languette d'argent ou de cuivre ; cette languette sera parcourue à frottement par un petit contre-poids, et l'on déterminera, avant d'aimanter l'aiguille, quelle doit être la position successive du petit contre-poids sur la lan-

guette, pour que l'aiguille soit équilibrée dans chaque angle d'inclinaison. L'on fait ensuite en sorte, lorsque l'aiguille est aimantée, qu'elle prenne une inclinaison telle que le petit poids se trouve placé sur la languette, au point que donnoit l'équilibre dans cette même inclinaison, avant que l'aiguille fût aimantée.

M. D. Bernoulli propose encore, conformément à cette dernière idée, d'avoir quatre-vingt-dix aiguilles, chacune équilibrée à un angle différent.

IX. Le moyen de la languette est ingénieux, quoiqu'il ne soit pas sans inconvénient. Pour peu en effet que la languette soit longue, le petit contre-poids s'éloignera du centre de rotation dans chaque changement de température, et la position de l'aiguille variera à chaque instant sans sortir du même lieu. Dans les voyages, l'aiguille, comme l'on sait, change continuellement d'inclinaison, ce qui obligera de changer souvent la position du petit contre-poids ; changement qui ne peut se faire sans effort, parce que le contre-poids glisse à frottement dur contre la languette : ainsi on altérera surement à la longue la figure de cette languett, et conséquemment la position du centre commun de gravité, qui ne sera plus la même relativement à l'axe de rotation.

Enfin le résultat de l'observation se trouve ici, comme dans les boussoles ordinaires, entièrement subordonné au travail plus ou moins précis de l'artiste qui a construit l'aiguille. Car il faudroit, pour apprécier l'exacti-

tude de ce travail, lorsque l'aiguille est une fois aimantée, la dépouiller en entier de son magnétisme; ce que je ne suis parvenu jusqu'ici à obtenir qu'en la faisant rougir presqu'à blanc : mais après une pareille opération, ce seroit le plus grand hasard, si la position du centre de gravité, relativement au centre de rotation, étoit la même qu'auparavant.

X. Le premier moyen que je vais proposer rend l'observateur presqu'indépendant de l'habileté de l'ouvrier, et il ne demande qu'un instrument que tout artiste est en état d'exécuter; il porte sa vérification, et l'on y évalue toujours d'une manière certaine la limite des erreurs que l'on peut commettre. Voici les principes théoriques sur lesquels il est fondé.

XI. Une aiguille aimantée, suspendue par son centre de gravité, autour duquel l'on suppose qu'elle peut tourner librement dans tous les sens, prend une direction inclinée à l'horizon. La force qui donne cette direction à l'aiguille, dépend de l'action magnétique du globe de la terre : ainsi le centre des forces qui produit cette action est nécessairement, d'après cet exposé, à une distance que l'on peut regarder comme infinie, relativement à la longueur de l'aiguille : d'où il résulte que, dans quelque position que se trouve une aiguille aimantée, elle est ramenée à sa véritable direction par des forces constantes, dont la résultante passe toujours par le même point de l'aiguille. J'ai prouvé ce résultat (*Mémoires de*

l'Académie des Sciences, pour 1789) par un accord exact entre la théorie et l'expérience, qui me paroît décisif.

XII. Il suit de-là que je puis décomposer la force résultante de toutes les forces magnétiques en deux autres; l'une horizontale, l'autre verticale; et si je puis mesurer d'une manière exacte chacune de ces forces, j'en conclurai facilement l'intensité et la direction de la résultante. Or cette direction est nécessairement celle que prendroit l'aiguille, si elle étoit suspendue librement par son centre de gravité : cherchons donc le moyen de mesurer ces deux forces.

XIII. Si je suspends horizontalement une aiguille aimantée, en sorte qu'elle soit obligée d'osciller dans un plan horizontal, comme les aiguilles ordinaires de déclinaison; si cette aiguille a la forme d'un parallélépipède rectangle ayant peu d'épaisseur, et si elle est suspendue de manière que sa largeur soit dans le sens vertical, le moment de la force magnétique qui la fait osciller dans le plan horizontal, sera exprimé par la formule $\frac{Pl^2}{3\lambda}$, où P est le poids de l'aiguille, l la moitié de sa longueur, λ la longueur du pendule dont les oscillations sont de même durée que celle de l'aiguille. J'ai donné dans plusieurs mémoires, et dernièrement dans le *troisième volume de l'Institut*, pag. 186, le calcul et les principes dont on déduit cette formule.

Il est facile à présent, au moyen de cette formule, en observant un très-grand nombre d'oscillations, de déter-

miner le moment magnétique des forces qui font osciller l'aiguille dans un plan horizontal.

XIV. Si, après cette première opération, j'introduis mon aiguille dans une chape de cuivre garnie et soutenue par un couteau sur un plan horizontal, précisément comme l'on soutient un fléau de balance, et que je la mette à peu près en équilibre, avant de l'aimanter, le petit contre-poids qu'il faudra, après l'avoir aimantée, placer du côté du sud, pour rétablir l'équilibre, multiplié par sa distance au couteau, mesurera, à une erreur près, qui sera, comme on va le voir, corrigée par une deuxième opération, le moment vertical de la force magnétique de l'aiguille. Or l'expérience m'a appris qu'en donnant des dimensions suffisantes à l'aiguille, l'on ne peut pas se tromper d'une huit centième partie dans l'évaluation de ce petit contre-poids.

Après cette première opération, j'aimante mon aiguille dans le sens contraire; en sorte que le pôle nord devient le pôle sud : je fais ensuite une deuxième opération, précisément semblable à la précédente; ce qui me sert, comme on le verra tout à l'heure, à corriger exactement l'erreur provenant de l'emplacement du centre de gravité dans la première opération.

Je détermine donc par ces différentes observations le moment de la force qui dirige l'aiguille dans le plan horizontal, et le moment de cette même aiguille dans le plan vertical; ainsi la diagonale résultante de ces deux forces me donnera la résultante de toutes les forces magné-

tiques, et par conséquent la véritable direction de l'aiguille. Je vais appliquer les détails qui précèdent à une observation particulière, et l'on verra comme, au moyen d'une double opération, l'on supplée dans cette nouvelle méthode à toutes les autres vérifications.

XV. J'ai pris une lame d'acier fondu qui avoit la forme d'un parallélogramme rectangle par-tout de la même épaisseur, exécuté avec soin.

Cette lame avoit 13 millimètres de largeur, à peu près 2 millimètres d'épaisseur, et 426.6 millimètres de longueur. Elle pesoit 88808 milligrammes.

Comme je voulois rendre l'exactitude de l'observation absolument indépendante de toute vérification, et avoir un résultat dépouillé de tout ce qui ne tenoit pas à la force magnétique, voici comme j'ai opéré.

XVI. J'ai d'abord aimanté mon aiguille, je l'ai ensuite suspendue horizontalement dans une boîte garnie de verres. L'aiguille étoit suspendue de manière que sa largeur se trouvoit dans un plan vertical. Les côtés de la boîte étoient assez élevés pour que les courans de l'air de la chambre n'altérassent pas la durée des oscillations. J'ai observé avec soin cette aiguille; elle a fait 50 oscillations en 495″; je l'ai ensuite introduite dans un anneau où elle entroit à frottement très-dur. Cet anneau portoit de chaque côté une portion de couteau à peu près à la hauteur du centre de gravité de l'aiguille. J'équilibrois l'aiguille au moyen de ce couteau, placé sur deux plans

horizontaux, ou, encore mieux, sur deux cylindres de verre. J'ai trouvé que, pour qu'elle restât en équilibre dans une direction horizontale, il a fallu placer, du côté sud, un poids de 200 milligrammes à 170 $\frac{1}{2}$ millimètres du tranchant du couteau sur lequel l'aiguille étoit en équilibre.

XVII. Sans sortir la lame de l'anneau où elle tenoit, comme nous venons de le dire, à frottement très-ferme, je l'ai aimantée dans le sens contraire à son état précédent, c'est-à-dire que le pôle nord est devenu le pôle sud, et le pôle sud le pôle nord. Je l'ai mise de nouveau en équilibre, et il a fallu, pour qu'elle restât dans une position horizontale, poser du côté aimanté sud un petit contre-poids de 209 $\frac{1}{3}$ milligrammes à 194 millimètres du tranchant du couteau. Ainsi ce nouveau petit contre-poids étoit, dans cette deuxième opération, sur la branche opposée à celle où il étoit placé dans la première.

J'ai ensuite sorti la lame de la chape; je l'ai suspendue horizontalement, au moyen d'un fil de soie non tordu, comme j'avois fait à la première opération. J'ai compté avec soin le nombre d'oscillations : elle en a fait 50 dans 495″; même durée que dans la première opération, où l'aiguille étoit cependant aimantée dans le sens contraire. Il faut attribuer cette parfaite égalité du nombre des oscillations dans les deux observations, à ce que cette aiguille avoit été exécutée avec beaucoup de soin, qu'elle avoit par-tout très-exactement la même largeur et la même épaisseur, et qu'elle étoit d'un acier très-pur.

XVIII. Dans la formule $\frac{Pl^2}{3\lambda}$, qui, comme je l'ai dit art. XIII, représente le moment horizontal de l'aiguille ; P est le poids de l'aiguille, qui est ici de 88808 milligrammes ; l est la moitié de l'aiguille : elle est, dans cette expérience, égale à 213.3 millimètres.

L'aiguille fait 50 oscillations dans 495″ ; le pendule qui bat les secondes étant très-approchant de 994 millimètres de longueur, le pendule isocrone aux oscillations de l'aiguille sera

$$\lambda = 994 \left(\frac{495}{50}\right)^2$$

En substituant ces différentes valeurs dans la formule, nous trouverons

$$\frac{Pl^2}{3\lambda} = \frac{88808\ (213.3)^2\ (50)^2}{3\ (994)\ (495)^2} = 13824$$

Ainsi, le moment produit par la force magnétique, quelle que soit sa direction, étant évalué dans le sens horizontal, sera équivalent à un poids de 13824 milligrammes, attaché à un levier d'un millimètre.

XIX. Il faut à présent évaluer le moment dans le sens vertical : la première opération a donné un poids de 200 milligrammes, suspendu à un levier de $170\frac{1}{2}$ millimètres. Ce qui donne pour le moment un poids équivalent à 34150 milligrammes, suspendu à un levier d'un millimètre.

La deuxième opération nous a donné un poids de $209\frac{1}{3}$ milligrammes, suspendu à un levier de $194\frac{1}{2}$ milli-

mètres; ce qui donne, pour le moment de la force verticale, le nombre 40546. En prenant la moitié de la somme de ces deux momens, nous aurons

$$\frac{40546 + 34150}{2} = 37348$$

quantité équivalente à un poids de 37348 milligrammes, suspendu à un levier d'un millimètre.

XX. Il est facile de voir que cette quantité moyenne détermine très-exactement le moment vertical de la force magnétique, et que la position du centre de gravité de l'aiguille ne peut occasionner aucune erreur; car, si ce centre ne répond pas, dans la première opération, à la verticale passant par le couteau, dans la deuxième opération il en sera éloigné, dans le sens contraire, de la même quantité. Ainsi, s'il concourt, d'un côté, à augmenter le moment de l'action verticale magnétique, il la diminuera, de l'autre côté, de la même quantité, lorsque les pôles auront été renversés; en prenant donc, comme nous l'avons fait, la moitié de la somme des momens trouvés dans les deux opérations, on détruit nécessairement les erreurs qui seroient produites par la position du centre de gravité.

Il faut d'ailleurs, pour faciliter l'opération, placer le couteau de manière qu'il passe à peu près par le centre de gravité, lorsque l'aiguille est équilibrée dans la position horizontale.

Il est encore facile de voir que, quel que soit le

magnétisme primitif que l'aiguille ait pu prendre dans l'atelier de l'ouvrier, il n'influe en rien ici sur le résultat, puisque l'emplacement du centre de gravité est indifférent à l'exactitude de l'opération, et que j'aimante de nouveau l'aiguille à chaque opération.

Il en est de même du degré de flexion de l'aiguille, et de l'erreur que cette flexion peut occasionner ; erreur que M. D. Bernoulli regarde comme presque insurmontable dans les boussoles d'inclinaison. Ici les deux observations se font également lorsque l'aiguille est dans la position horizontale, et la flexion ne peut par conséquent altérer les résultats.

XXI. Ce qui rend principalement les opérations qui précèdent susceptibles d'une grande exactitude, c'est que l'inclinaison de l'aiguille étant à Paris de 70 degrés à peu près, il en résulte que lorsque l'aiguille se trouve dans la position horizontale, le moment vertical est presque à son *maximum*. Ainsi le moindre petit poids ajouté d'un côté ou d'autre vers l'extrémité de l'aiguille, produit une inclinaison sensible. J'ai trouvé en effet que l'inclinaison que prenoit l'aiguille sous un tiers de milligramme placé à 100 millimètres du couteau, pouvoit s'évaluer facilement : mais, au contraire, lorsque l'aiguille a pris son inclinaison naturelle dans les boussoles ordinaires, la moindre erreur devient sensible, parce que le levier sur lequel la force magnétique de la terre agit étant nul, le moment est à son *minimum* de force directrice aimantaire.

J'observerai, en finissant cet article, que l'on se pro-

cure facilement des poids d'un quart et d'un tiers de milligramme, en pesant un fil de cuivre ou d'argent très-fin, que l'on partage ensuite en petites parties proportionnellement au poids que l'on veut se procurer.

XXII. Nous voici maintenant en état de déterminer la véritable direction de l'aiguille ; car nous avons, par les opérations précédentes, le moment de la force magnétique verticale, et celui de la force magnétique horizontale pour un même levier. Ainsi le rapport des nombres que nous venons de trouver pour les momens, détermine aussi le rapport des forces ; et comme la résultante des deux forces représente la direction magnétique, elle représente nécessairement la direction que prendroit l'aiguille, si elle étoit libre de prendre toutes les directions possibles. Pour avoir cette direction, il suffit par conséquent de déterminer l'angle que fait la diagonale des deux forces avec la ligne verticale ou la ligne horizontale. Ainsi, si x représente l'angle d'inclinaison que doit prendre l'aiguille au-dessous de la ligne horizontale, et si R est le rayon des tables, soit A la force verticale, B la force horizontale, l'on aura

$$A : B :: \sin. x : \cos. x :: \text{tang.}\ x : R$$

Ainsi

$$\text{tang.}\ x = \frac{RA}{B}$$

Dans notre observation $A = 37348$; $B = 13824$; ainsi

$$\text{tang.}\ x = 69^{d}\ 41'$$

XXIII. Comme j'ai fait l'observation qui précède dans ma chambre, où il y a des balcons de fer, et que, dans la maison, il y a plusieurs autres barres de fer dans des directions verticales, il se peut qu'il y ait quelques minutes d'erreur entre l'observation qui précède et la véritable direction de l'aiguille; mais il est facile de sentir que cette erreur, quelle qu'elle soit, est entièrement étrangère à la méthode : car, comme il me paroît impossible de se tromper pour la force verticale de plus d'un quart de milligramme sur 200 milligrammes qui mesurent, dans l'expérience, la force verticale; comme d'ailleurs l'on peut avoir la force horizontale avec autant de précision que l'on voudra, puisque l'aiguille suspendue par un fil de soie fait plus de 200 vibrations sensibles avant de s'arrêter; il paroît impossible, en se servant de la méthode que je viens de prescrire, d'avoir plus de 10 ou 12 minutes d'erreur dans la véritable direction de l'aiguille.

XXIV. Il arrive le plus souvent que lorsque l'on aimante successivement une aiguille dans les deux sens opposés, elle ne donne pas précisément le même nombre d'oscillations; mais cependant lorsque l'aiguille est d'un acier très-pur, il est rare de trouver une différence de plus de 3 ou 4 secondes sur 200 oscillations, et il suffit presque toujours de prendre la moitié de la somme des temps des deux observations, et de déterminer par cette valeur moyenne la force horizontale.

Mais s'il y avoit de très-grandes différences dans les

temps, ce qui ne doit pas cependant arriver si l'on aimante avec soin les deux aiguilles d'après la méthode que j'ai prescrite dans plusieurs mémoires, l'on calculera à part, dans chaque opération, le moment magnétique, et l'on prendra la moitié de la somme, que l'on comparera avec la moitié de la somme des forces verticales trouvées par la double observation.

XXV. Avant de finir ce mémoire, je vais encore proposer une seconde méthode, qui ne donne cependant pas tout-à-fait le même degré de précision que la précédente ; mais elle est beaucoup plus commode, parce qu'elle n'exige aucun calcul : d'ailleurs on peut s'en servir à la mer aussi bien qu'à terre, ce qui n'est pas possible en faisant usage de la méthode précédente.

Je suppose que l'on ait une boussole d'inclinaison dont on veut connoître l'erreur ; je suppose encore, ce qui est absolument nécessaire dans la construction de ces sortes d'instrumens, que l'aiguille, soit que sa forme soit parallélogrammatique, soit qu'elle soit en flèche, a assez de largeur pour que les déplacemens occasionnés à son centre de gravité par la flexion que prend l'aiguille dans ses différentes inclinaisons ne puissent pas occasionner d'erreurs sensibles ; mais que l'erreur provient principalement, comme il arrive presque toujours, de ce que le centre de gravité n'est pas précisément placé dans le centre de rotation de l'aiguille : voici un moyen simple et analogue à l'opération qui précède, pour connoître très à peu près la véritable direction de l'aiguille.

XXVI. Ayant aimanté l'aiguille avec soin, je tiens note de son angle d'inclinaison sur le cercle de la boussole ; je renverse ensuite à l'ordinaire l'aiguille sans la réaimanter, et j'observe de nouveau son inclinaison, qui n'est le plus souvent la même que parce que l'ouvrier, avant de livrer la boussole, les a fait concourir ; ce qui ne prouve pas par conséquent que la direction trouvée soit la véritable.

J'aimante à présent mon aiguille dans le sens contraire, en sorte que le pôle nord devient le pôle sud, et le pôle sud le pôle nord. J'observe de nouveau la direction de mon aiguille, je la renverse pour avoir deux observations, et je réunis ainsi quatre observations dont je prends le quart, qui me donne d'une manière très-approchée la véritable direction de l'aiguille : car il est facile de sentir que, par cette double opération, à moins que l'aiguille, et sur-tout son axe, ne soient très-irréguliers, si le centre de gravité ne répond pas au centre de rotation, sa position moyenne dans les deux premières opérations sera précisément opposée à sa position moyenne dans les deux dernières. Ainsi, si le centre de gravité relève l'aiguille d'une certaine quantité dans l'observation moyenne, lorsque l'aiguille est aimantée dans un sens, il la baissera de la même quantité lorsque l'aiguille sera aimantée dans le sens opposé.

Je vais donner ici le résultat que j'ai obtenu au moyen d'une boussole d'inclinaison que j'ai fait construire par un ouvrier assez habile, mais qui n'avoit jamais fait d'ouvrage de ce genre.

XXVII. J'avois fait faire deux aiguilles pour voir si elles donneroient la même inclinaison, et les vérifier l'une par l'autre. La première étoit parallélogrammatique; elle avoit 306 millimètres de longueur, 11 de largeur, et à peu près un millimètre d'épaisseur; elle pesoit 33 grammes $\frac{4}{10}$.

Première opération.

J'ai aimanté cette aiguille dans un sens; elle m'a donné l'angle avec la verticale de . . . . . $17^d\ 15'$

Je l'ai renversée sans la réaimanter, et elle m'a donné l'angle avec la verticale de . . . . . $23^d\ 30'$

Seconde opération.

J'ai réaimanté mon aiguille dans le sens contraire; le pôle qui étoit primitivement sud est devenu le pôle nord. La première observation m'a donné l'inclinaison de l'aiguille à la verticale de . . . . . $17^d\ 45'$

En renversant l'aiguille, j'ai eu pour la même inclinaison à la verticale . . . . . $22^d\ 45'$

Je prends le quart des quatre observations, qui me donnent, pour la quantité moyenne, $20^d\ 19'$, et pour l'inclinaison avec la ligne horizontale, l'angle de $69^d\ 41'$.

XXVIII. La deuxième aiguille étoit en flèche tronquée; elle avoit 15 millimètres de largeur à la base ou à l'axe de rotation, et seulement 4 millimètres aux extrémités : sa longueur et son épaisseur étoient les mêmes

que la précédente. Cette aiguille, mise en expérience d'après le même ordre que la précédente, m'a donné :

Première opération.

L'angle avec la ligne verticale . . . . . 21^{d} 10′
Renversée sans réaimanter 21 15

Seconde opération.

L'aiguille réaimantée dans le sens contraire.. 19^{d} 10′
L'aiguille renversée sans réaimanter 20 30

Le quart de la somme des quatre observations donne 21^{d} 31′, et pour l'inclinaison à l'horizon, 69^{d} 29′.

XXIX. Les trois observations contenues dans le mémoire se rapportent entre elles, parce qu'elles ont été faites dans la même place, et qu'elles sont fondées sur des méthodes qui paroissent devoir donner des résultats très-approchés de la vérité. Cependant je dois dire, comme je l'ai déja dit plus haut, que, dans Paris, où toutes les maisons sont remplies de rampes, de balcons et de grilles de fer, il est très-probable que la direction que donnent les aiguilles diffère toujours de quelques minutes de la véritable direction de l'aiguille.

Ainsi, quoique j'aie fait mes observations dans le logement que j'occupe, à plus de 8 mètres des principaux barreaux de fer, ainsi que des aimants avec lesquels j'aimante mes aiguilles, les résultats qui précèdent ne peuvent pas être annoncés comme des obser-

vations précises : mais je prie d'examiner avec attention les principes sur lesquels est fondée la première méthode, et je ne crois pas qu'après cet examen il puisse rester quelques doutes sur la précision de son résultat, surtout dans tous les lieux de la terre où l'aiguille prend une grande inclinaison.

FIN DU TOME QUATRIÈME.